



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



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

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre y cuando den crédito y licencia a las nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta licencia suele ser comparada con las licencias copyleft de software libre y de código abierto. Todas las nuevas obras basadas en la suya portarán la misma licencia, así que cualesquiera obras derivadas permitirán también uso comercial.

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

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA



**“EVALUACION DE LOS INDICADORES DE  
CONTAMINACION AMBIENTAL DEL AGUA SUPERFICIAL  
DEL ECOSISTEMA DEL HUMEDAL DE PISCO PLAYA EN  
LA PROVINCIA DE PISCO 2020”**

**TESIS:**

PARA OPTAR EL TÍTULO DE

**INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO**

PRESENTADO POR:

**BACH. SALDAÑA CASTILLON, LILIAM JOHANA**

ASESOR:

**Dr. Jaime Martínez Hernández**

ICA – PERÚ

2022

## *Dedicatoria*

### ***A Dios:***

*Mi señor le dedico este logro alcanzado con todo afecto y gratitud, quien tuvo misericordia en mí, quien me dio el privilegio de vivir y un propósito para este mundo, desde temprana edad me mostro su protección, cuidado, me enseñó a amar la vida, la naturaleza las ciencias, el conocimiento, inteligencia y sabiduría.*

### ***A Mis Padres:***

*Por su invaluable apoyo permanente para el logro profesional.*

***A Mis Maestros:***

*Por sus enseñanzas y sus sabios  
consejos, por su apoyo  
incondicional para lograr una de  
mis metas de ser un Ingeniero  
Ambiental y Sanitario.*

LILIAM JOHANA SALDAÑA CASTILLON

## ÍNDICE

RESUMEN .....	6
ABSTRAC .....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....	9
1.1. Antecedentes .....	9
1.1.1. Antecedentes internacionales .....	9
1.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	10
1.1.3. Antecedentes a nivel local .....	11
1.2. Formulación del problema.....	11
1.3. Variables .....	11
1.3.1. Variable Independiente .....	11
1.3.2. Variable Dependiente.....	11
1.4. Objetivos .....	11
1.4.1. Objetivo General .....	11
1.4.2. Objetivos Específicos.....	12
1.5. Hipótesis .....	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Generalidades.....	14
2.2. Indicadores ambientales .....	14
2.3. Indicadores desarrollo sostenible.....	15
2.4. Indicadores de sostenibilidad .....	16
2.5. Conceptualización de los indicadores ambientales.....	16
2.6. Funciones de los indicadores.....	19
2.7. Marco orientador de los indicadores .....	20
2.8. Criterios de selección.....	21
2.9. Índices para humedales .....	24
2.10. Programa de Monitoreo.....	25
2.11. Clasificación de los impactos ambientales .....	26
2.12. Diagnóstico del humedal de pisco playa .....	27
2.12.1. Aguas Naturales .....	27
2.12.2. Aguas Residuales .....	27
2.12.3. Aguas residuales domesticas o “Aguas Negras” .....	27
2.12.4. Características Físicas, Químicas y Biológicas de las Aguas Residuales .....	28
2.13. El agua y sus propiedades.....	31

2.13.1. Características del agua .....	31
2.14. Marco conceptual .....	35
2.15. Marco legal.....	36
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>37</b>
3.1. Tipo, nivel y diseño de la investigación .....	37
3.1.1. Tipo de investigación .....	37
3.1.2. Nivel de investigación .....	37
3.1.3. Diseño de investigación .....	37
3.2. Población y muestra.....	37
3.2.1. Población .....	37
3.2.2. Muestra.....	37
<b>CAPITULO IV. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION .....</b>	<b>38</b>
4.1. Técnica de recolección de datos.....	38
4.2. Instrumento de recolección de datos .....	38
4.3. Tratamiento de datos e interpretación de resultados .....	39
4.4. Normatividad.....	40
<b>CAPITULO V: DESARROLLO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>41</b>
5.1. Materiales y equipo .....	41
5.1.1. Materiales de Vidrio .....	41
5.1.2. Equipos.....	41
5.1.3. Reactivos y/o insumos químicos .....	42
5.1.4. Preparación y Preservación de Muestras de Agua Potable.....	42
5.1.5. Caracterización de OM en aguas residuales y muestras de agua.....	45
5.1.6. Control Analítico de Muestras de agua Residual.....	45
5.1.7. Determinación Analítica de Parámetros Físicos .....	45
5.1.8. Determinación Analítica de Parámetros Químicos .....	46
5.1.9. Determinación Analítica de Parámetros Biológicos.....	50
<b>CAPITULO VI: ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS .....</b>	<b>54</b>
6.1. Control de parámetros físicos .....	54
6.2. Resultados de parámetros físicos.....	54
6.1. Resultados parámetros químicos del agua superficial del humedal. ....	58
6.2. Resultados analíticos del agua superficial del humedal parámetros biológicos..	62
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>66</b>

## RESUMEN

El estudio de investigación plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cuáles son los indicadores de contaminación ambiental en el agua superficial de Pisco playa 2020 Provincia de Pisco? y tiene como objetivo: Determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua superficial del humedal. La investigación es de tipo aplicada, de nivel descriptivo-transversal y de diseño experimental descriptivo. La muestra es las aguas superficiales del humedal de Pisco Playa. Se concluye que los parámetros de Tº, pH, conductividad están dentro de la normativa del ECA AGUA, mientras los parámetros de Turbidez, DBO, DQO5 y coliformes termo tolerantes analizados exceden la norma ambiental de los límites permisible.

***Palabras Claves:*** *humedal, agua superficial, calidad, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos*

## **ABSTRAC**

The research study poses the following research problem: What are the indicators of environmental contamination in the surface water of Pisco beach 2020 Province of Pisco? and its objective is: To determine the physical, chemical and microbiological parameters of the surface water of the wetland. The research is of an applied type, with a descriptive-transversal level and a descriptive experimental design. The sample is the surface waters of the Pisco Playa wetland. It is concluded that the parameters of T<sup>o</sup>, pH, conductivity are within the regulations of the ECA WATER, while the parameters of Turbidity, BOD, COD5 and thermo-tolerant coliforms analyzed exceed the environmental standard of the permissible limits.

Keywords: wetland, surface water, quality, physicochemical and microbiological parameters

## INTRODUCCIÓN

Considerando la importancia de los ecosistemas denominados humedales por sus grandes beneficios a la biodiversidad y aportes ambientales, lo que se busca en el presente trabajo es evaluar cuáles son las condiciones de los indicadores de contaminación ambiental, es decir determinar la calidad del agua superficial ecosistémica de los humedales de Pisco Playa analizando diferentes indicadores de calidad tales como: físico-químicos y microbiológicos, que nos permitan tener una idea clara de las condiciones de la situación ambiental de dichos ecosistemas. El trabajo realizado se desarrolló mediante la revisión bibliográfica, identificando diferentes muestras de agua superficial del humedal y analizando cuales son los parámetros que influyen negativamente en las condiciones del humedal e identificando a su vez, cuáles son los indicadores de contaminación ambiental que evidencian una afectación. Los objetivos específicos planteados buscan analizar e identificar la calidad ambiental, mediante la determinación de algunos indicadores de calidad ambiental y su sostenibilidad del humedal.

La investigación se realizó utilizando las bases de datos que se manejan en el MINISTERIO DEL AMBIENTE, LA UNIVERSIDAD, datos de la CONVENCION RAMSAR, y documentos extraídos de internet. Uno de los medios que componen un humedal son las características del recurso hídrico (agua superficial) que resulta ser el factor físico predominante, en dicho cuerpo de agua se desarrollan una gran cantidad de funciones y actividades ecosistémicas.

Teniendo en consideración también que en la actualidad la contaminación de agua superficial es un problema grande, en vista de que actividades realizadas a nivel de industria, proyectos, empresas, actividades diarias no cumple con la normatividad vigente, especialmente en aquellas zonas de crecimiento poblacional y despeque industrial reciente

En tal sentido la investigación permitirá conocer dichas condiciones del humedal de Pisco Playa y conllevara a poder programar y ejecutar acciones para la conservación del ecosistema del humedal generando sostenibilidad de los servicios que prestan a nuestra sociedad.

# **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

## **1.1. Antecedentes**

### **1.1.1. Antecedentes internacionales**

María Eliana Espejo Cruz, Determinación de la calidad fisicoquímica del agua del Humedal el Juncal y su reconocimiento como ecosistema estratégico dentro de la educación básica primaria; el presente trabajo de investigación pretendió con base en la caracterización fisicoquímica establecer la calidad del agua del humedal y demostrar que en la actualidad éste se encuentra en proceso de extinción por presión antrópica y no a una evolución natural, comparando con la Determinación de la calidad fisicoquímica del agua del humedal El Juncal y su reconocimiento de cumplimiento con la normatividad colombiana vigente.

Chibinda, Arada y Pérez (2017), en su investigación caracterizan y evalúan las aguas de dos pozos ubicados en "La Calera", reparto Veguita de Galo de la Provincia de Santiago de Cuba, situaron dos estaciones de muestreo (Pozos I y II) y recolectaron doce muestras, analizando 26 parámetros físico-químicos en el agua recolectada, además de las bacterias coliformes totales y fecales, los resultados mostraron que estas aguas no son aptas para uso como agua potable o para suministro [10] “Caracterizaron y evaluaron las aguas de dos pozos en La Calera, Santiago de Cuba, dos estaciones de muestreo (Pozos I y II), se realizaron doce muestreos, analizaron con parámetros físico-químicos, bacterias coliformes totales y fecales, los resultados aguas no son aptas”

(Rojas, 2011) indica que en las muestras estudiadas del río San Pedro, Nayarit, no se registró presencia de plaguicidas, los altos valores en los parámetros microbiológicos, como: Coliformes Totales y Fecales; y los valores fisicoquímicos como: Color, Turbiedad, DT, Fenoles, Fluoruros, Nitrógeno Amoniacal, Sulfatos, SDT y detergentes; limitan o facilitan el crecimiento de vida acuática, así como el uso agrícola y pecuario; determinando que el agua de este río, está contaminada y no es adecuada para el uso y consumo humano.

### **1.1.2. Antecedentes a nivel nacional**

Islena (2010), indica en su monografía sobre humedales artificiales de flujo sub superficial (HAFSS) para remoción de metales pesados en aguas residuales. Que el desarrollo del humedal artificial con plantas herbáceas, comprendió la selección de plantas acuáticas, pre-experimentación, diseño, construcción, puesta en marcha y funcionamiento del mismo, alcanzando finalmente una eficiencia en remoción del 63% en DBO con posibilidades de presentarse valores superiores, siempre y cuando se sigan las indicaciones de manejo del humedal propuestas. Con esto se mitigará la contaminación generada por el vertimiento de aguas residuales provenientes del centro de Carapongo – Lurigancho (Lima).

García y Leal (2006). En su tesis los resultados obtenidos de este proyecto en la Región Amazonas determinan que el desarrollo y propagación del junco en el humedal artificial fue lenta después de tres meses de sembrado, con un incompleto desarrollo radicular en el suelo. La remoción del fosforo en el humedal se debió principalmente por una buena capacidad de absorción del medio filtrante. Es recomendable realizar monitoreo periódicos de los parámetros de los contaminantes para analizar la efectividad del tratamiento del humedal en Amayacu-Amazonas.

Guadalupe y Llagas (2006). Revista del instituto de investigación FIGMMG vol.9, N°18, UNMSM El artículo presenta los resultados obtenidos en la investigación realizada por el instituto de investigación de la facultad de ingeniería geológica, minera metalúrgica y geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (IIGEO-UNMSM) en el distrito de Lacabamba, Región de Ancash, Perú “Adaptación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la comunidad urbana de Lacabamba, región de Ancash, Perú, usando tecnología de humedales artificiales” Este proyecto tuvo como objetivo implementar y evaluar el sistema integral de manejo de aguas residuales en la comunidad urbana de Lacabamba, mediante el uso del sistema de humedales artificiales para tratar las aguas y su reutilización en un bio huerto comunal, como una tecnología innovadora para reducir, la contaminación de las fuentes superficiales de agua; proteger la salud de los habitantes y evitar el deterioro del medio ambiente.

### **1.1.3. Antecedentes a nivel local**

No existe investigación en relación al tema de investigación.

### **1.2. Formulación del problema**

El presente proyecto fórmula la siguiente interrogante:

¿Cómo se determinan los indicadores de contaminación ambiental del agua superficial del ecosistema del humedal de Pisco Playa provincia de Pisco 2020?

Teniendo en cuenta que la jerarquía eco sistémica que presentan el humedal de Pisco Playa como regulador hídricos, y que su valor de existencia se encuentra fundamentada legalmente por la normativa de conservación de ecosistemas en la Ley general del Ambiente, se hace necesario determinar si el humedal de Pisco Playa; presenta condiciones de equilibrio, y sí el uso que se le ha dado al territorio han contribuido a acelerar los proceso de deterioro del humedal antes mencionado frente a procesos de urbanización que se encuentran presentes en la localidad de Pisco

### **1.3. Variables**

#### **1.3.1. Variable Independiente**

Indicadores de contaminación ambiental del ecosistema del humedal de Pisco Playa; parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

#### **1.3.2. Variable Dependiente**

Muestra de Agua superficial del humedal de Pisco Playa.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Determinación de los indicadores de contaminación Ambiental del Agua Superficial del Ecosistema del Humedal de Pisco Playa 2020.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

1. Determinación de las estaciones de muestreo en el humedal de Pisco Playa
2. Determinar los indicadores de contaminación ambiental en parámetros fisicoquímicos.
3. Determinar los indicadores de contaminación ambiental en parámetros microbiológicos.

### **1.5. Hipótesis**

Es posible la determinación de los indicadores de contaminación ambiental del agua superficial en el humedal de Pisco Playa provincia de Pisco 2020.

### **1.6. Justificación e importancia**

El manejo adecuado de humedales necesita instrumentos que permitan detectar procesos degradantes en su desarrollo como de prestador de servicios ambientales. Los indicadores de contaminación ambiental responden apropiadamente a esta necesidad inminente de tener datos acerca de los humedales costeros de la región. Es de necesidad urgente de utilizar indicadores funcionales y estructurales para detectar, tanto degradación, como recuperación de este tipo de ecosistemas acuáticos.

Entendiendo que el humedal de Pisco Playa, no presenta programas de conservación ni controles del ecosistema en lo que corresponde al agua superficial que se drena, los indicadores de contaminación ambiental del humedal referente a los parámetros físico-químicos está siendo impactado por las actividades que realizan sus pobladores.

Teniendo en cuenta la importancia de los humedales por sus beneficios ambientales, lo que se busca en el presente trabajo es determinar y evaluar r cuales son las condiciones de calidad ecosistémica de los humedales analizando diferentes indicadores de calidad tales como: físico-químicos y biológicos, que nos permitan tener una mirada acertada de cuál es el estado ambiental de dichos ecosistemas

Es también importante esta investigación porque contribuye en el cuidado y determinación de los contaminantes, presentes en el agua superficial del humedal de Pisco Playa debido al inadecuado manejo del ecosistema y por el tipo de actividades existentes en la zona del humedal que generan cambios en las condiciones físico-químicas, microbiológicas, lo cual, afecta una gran variedad de fauna y flora presentes en los mismos e indirectamente afectan las cualidades de los humedales en lo que tiene que ver con servicios ecosistémicos. Cabe señalar que los humedales se caracterizan por prestar una gran variedad de servicios ambientales que favorecen no solo a la fauna y flora presentes en él, sino también a las poblaciones cercanas ya que estos ecosistemas sirven como almacenes hídricos, depuradores de aguas, son ecosistemas amortiguadores y en cuanto a la fauna y la flora sirven como hábitat para una gran cantidad de especies y también como hábitat para especies de aves migratorias.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Generalidades**

Existe una creciente preocupación por prevenir la generación de impactos ambientales negativos al ambiente, lo que ha obligado a la academia a buscar alternativas de solución mediante la ampliación de las capacidades para evaluar el estado del medio ambiente y determinar con anticipación las condiciones y preferencias de cambio (Núñez D. B.-T., 2005). Existe la necesidad de conocer el manejo ambiental que se le están dando a los recursos naturales y si está cumpliendo con la normatividad vigente, de esta manera surge la necesidad de determinar indicadores de contaminación ambiental ambientales que son vistos hoy en día como instrumentos necesarios para dirigir los programas a tener en cuenta hacia el futuro sustentable (Ness, 1997). Los indicadores demandan ser vistos con contenidos dinámicos, atados a una revisión firme dado que es común el cambio de las perspectivas políticas y los conocimientos públicos respecto a los problemas ambientales generados por diferentes procesos antrópicos (Villegas Rodríguez, 2014). Los indicadores son series de datos ordenados, escogidos de una base de datos, para diferentes propósitos (Phélan, 2012). Aunado a lo anterior, no existe una base de datos de indicadores ambientales, sino que se trata de conjuntos que responden a los marcos de referencia y a propósitos específicos (Cubillos, 1996).

### **2.2. Indicadores ambientales**

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL, estos indicadores corresponden a los de sostenibilidad ambiental y su desarrollo inicia a finales del siglo XX dada la necesidad de contribuir a la planificación de programas y proyectos que contribuyan a la conservación y preservación de los recursos naturales (CEPAL, 2001). A partir de 1980, el sector productivo (minería, agricultura, forestal), o bien desde un recurso natural que requiere de preservación o conservación, donde se toman indicadores ambientales propios de cada uno de los recursos tales como, vegetación en un bosque, cobertura boscosa, calidad del aire de una zona de reserva, indicadores de contaminación de agua por

combustibles o cambio de uso de suelo (Artaraz Miñón, 2003). A la luz de algunos investigadores, estos indicadores ambientales son parciales, ya que no están relacionados con actividades socioeconómicas, sin embargo, los indicadores ambientales plasmados en esta primera etapa son necesarios (Martínez R. , 2007), porque implicaron diseñar e implementar datos que posiblemente antes no existía, pudiendo adelantar el camino hasta un nivel de rigurosidad y calidad similar a la de los indicadores económicos y sociales que se han venido trabajando en los estudios sociales (Barbier E. B., 1995). Sin embargo, con la incorporación del discurso del Desarrollo Sostenible, muchos países han optado por trabajar con indicadores de desarrollo sostenible. Así mismo, es necesario perfeccionar y desarrollar los indicadores de esta primera generación, debido a que éstos son necesarios para alimentar con rigor la dimensión ambiental de los indicadores de segunda generación (Elizalde, 2003).

### **2.3. Indicadores desarrollo sostenible**

Los Indicadores de desarrollo sostenible o de segunda generación - Años 1990 La segunda generación de indicadores atañe al progreso adelantado desde la visión multidimensional del desarrollo sostenible. En esta etapa de avance de los indicadores, entrar a tomar parte fundamental datos de índole ambiental, social, económico e institucional (Ferrandis Martínez, 2015).

La novedad de los indicadores propuestas en esta fase, es contar con las cuatro dimensiones del Desarrollo Sostenible o en su defecto que se integraran por lo menos un aspecto de los mismos. Sin embargo, más allá de lograr un trabajo sólido en términos de que cada indicador presente las dimensiones sin que ellas se relacionen entre si, pero que actúen de forma concordante dentro de su investigación (Camino, 1993). A la fecha, las investigaciones realizadas en diferentes países sobre indicadores ambientales presentan indicadores económicos, sociales, ambientales e institucionales en forma concordante pero no se realizan indicadores que en sí sean transversales o sinérgicos, o sea que aborden más de una de las dimensiones del Desarrollo Sostenible en forma simultánea (Rayen, 2001). Es necesario tener en cuenta que el Desarrollo Sostenible es una dinámica compleja, que hasta cierto punto no es manejable, ya que el manejo de indicadores de que no se correlacionan entre si, sino que son

individuales desde su disciplina o su sector, teniendo que buscar un punto en común para poder desarrollar resultados ordenados sobre el tema en cuestión (Peña A. Q., 2006), en un sistema organizado de datos que podamos cualificar y cuantificar.

#### **2.4. Indicadores de sostenibilidad**

Los indicadores de tercera generación, que aún se encuentran en construcción, se basan en la idea de informar acerca del progreso que se está llevando a cabo en términos de sostenibilidad de un recurso natural cualquiera que sea este y que el desarrollo sea objetivo y que impacte, en la medida en la que su uso sea de beneficio a la comunidad (Royuela, 2001) Esta tercera generación corresponde al actual desafío en el que se incorporan grandes iniciativas en el mundo. En este nivel se realizarán los desarrollos científicos más impactantes, en la medida de que su provecho sea clave para el diseño y evaluación de la eficacia de las políticas públicas en los diferentes recursos naturales de un país. (Aguirre M. A., 2002) Es necesario aclarar que en este momento la mayoría de los países del mundo, según sus necesidades y según el recurso natural objeto de estudio, manejan indicadores de primera y segunda generación, los de tercera generación aún no facilitan la evaluación de progreso hacia objetivos que contribuyen a lograr la meta de lograr el bienestar humano y ecosistémico en forma simultánea. Tienen en cuenta variables referidas a cuatro dimensiones: a) ambiental, b) económica, c) social e d) institucional (I Marín, 2014). Este tipo de indicador ambiental conforma la última tendencia mundial y se mantienen en la necesidad de realizar estudios globales de la evolución del planeta en relación con los ejes mencionados (Bitar, 2014).

#### **2.5. Conceptualización de los indicadores ambientales**

Los indicadores ambientales son atributos cuantificables del ambiente cuyo uso es aceptado y se emplean en la investigación ambiental (Gallopín G. C., 1997). Pueden ser variables altamente agregadas que sintetizan información estadística, en un conjunto simple de números útiles para monitorear el estado del sistema ambiental, y por tanto resultan de utilidad como insumo en un determinado proceso de toma de decisiones. Los indicadores pueden ser empleados, por tanto, para guiar el análisis y gestión de la información sobre el ambiente (Hunsaker, 1990).

Según (Solitare, 2002) un indicador ambiental es una medición científica de la trayectoria de las condiciones ambientales a través del tiempo; ayudan a medir el estado del aire, agua y suelo, la presión sobre ellos y los efectos resultantes sobre la salud ecológica y humana; muestran el progreso en la limpieza del aire, purificación del agua y protección del suelo (Jaramillo, 2012). Finalmente el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en su Resolución 0643 de 20042 , establece que: "... los indicadores ambientales están orientados a monitorear los cambios de la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables y el medio ambiente, y la presión que se ejerce sobre ellos como resultado de su uso y aprovechamiento". Según (Rodríguez, 2006) los indicadores se tornan verdades cuando se expresan como construcciones ordenadas y coherentes. En este sentido, la expresión "sistema" hace referencia a datos ubicados con relación a un todo articulado. Un sistema de indicadores busca organizar la información disponible para aclarar un asunto en particular o un problema planteado en la sociedad. Un sistema de indicadores no se limita a recopilar un conjunto de series, sino que trata de encontrar las relaciones entre ellas. Los resultados de un sistema de indicadores deben estar acompañados de literatura de interpretación que exponga lo que las cifras o los elementos cualitativos evidencian como resultado de la investigación. (Sterimberg, 2005) La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente y el Desarrollo Río '92 – UNCED (Jankilevich, 2012), estableció la necesidad de desarrollar y aplicar diferentes mecanismos para evaluar y monitorear el estado del ambiente, con el fin de dar seguimiento a los cambios que ocurren en los ecosistemas frente a la aplicación de políticas públicas, procesos de gestión y presiones de carácter antrópico entre otras. De allí que en las últimas décadas han surgido indicadores e índices para la evaluación de la calidad ambiental, calidad de suelos, sustentabilidad, riesgo y vulnerabilidad (Barton, 2009).

Luego de estos primeros pasos de indicadores ambientales, se ha generado un grupo de indicadores que pueda ser implementado con mayor facilidad en los países latinoamericanos, y ser coherentes con los indicadores propuestos por las Metas del Milenio acordadas por los países del mundo en 2000 (Olaya Medellín, 2009). Para ello se han realizado dos reuniones de expertos (diciembre del 2005, y octubre del 2006), en donde se han revisado las experiencias nacionales en

implementación de sistemas de indicadores de Desarrollo Sustentable (UN. ECLAC. Statistics, Economic Projections Division, & José L Cervera Ferri, 2006). Al modificar la estructura que se utilizaba hasta el momento para clasificar los indicadores, y agregarle otro ítem, social, económico, ambiental e institucional, eligiendo más bien un acercamiento por temas y subtemas, con el objeto de enfatizar en la naturaleza multidimensional del desarrollo sustentable, ya que en la nueva estructura un mismo indicador podría pertenecer a más de un tema o subtema simultáneamente. Los indicadores ambientales, constituyen un conjunto de señales claras y oportunas que dan cuenta del estado de un sistema desde un enfoque interdisciplinario y flexible, con el fin de monitorear y dar seguimiento a un fenómeno (Gaviria Gaviria, 2013), haciendo que este sea perceptible por medio de la cuantificación de variables, que a su vez pueden ser de carácter cuantitativo o cualitativas, nominales, de rango u ordinales. Cuando no hay disponibilidad de información cuantitativa, el atributo no es cuantificable, o cuando los costos para cuantificar son demasiado elevados (Cantú, 2007). Según lo formulado por Lola Manteiga (Manteiga, 2000), define un conjunto de indicadores, como una célula conformada por distintos componentes que están en constante interacción, los cuales les permiten acceder a información confiable para procesos de toma de decisiones. De allí su importancia en la política ambiental, al permitir establecer relaciones entre el medio natural y el humano (de Desarrollo, B. I. , 2003)

Algunos estamentos internacionales definen los indicadores como estadísticas que muestran un fenómeno importante, los cuales se diseñan y producen con el propósito de seguir y monitorear algunos fenómenos o conjuntos de dinámicas que requieren algún tipo de intervención o programa. Por lo tanto, los indicadores se intencionan desde su origen, y requieren de un cuidadoso proceso de producción en el que se calibran varios criterios como la disponibilidad y calidad de información, la relevancia del indicador, el aporte del indicador al sistema de Indicadores, entre otros (Quiroga Martínez, Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. , 2009) La Organization for Economic Cooperation and Development (OCDE), establece cuatro atributos esenciales con los que deben contar los indicadores de carácter ambiental: 1) pertinencia en términos de políticas públicas, deben centrarse en los principales problemas ambientales que suscitan la preocupación de las

autoridades. II) Analíticamente exactos, están sopesados en información confiable y fidedigna a la realidad bajo conocimientos científicos sólidos. III) Cuantificables, deben poder calcularse a partir de datos actuales o generarse una metodología para dicho fin. De fácil interpretación, deben expresar información clara y coherente a los tomadores de decisión y a la población en general sin ambigüedades (de Frascati, M., 2002) Por su parte Sarandón, destaca que los indicadores permiten determinar directrices, esto implica que con datos tomados en el presente o en el pasado se puede predecir el cambio de algunas variables en el futuro o hacer proyecciones del estado de un ecosistema al cambiar, ya bien sea sus atributos o la funcionalidad de estos, lo que permite determinar la capacidad de respuesta del ecosistema, así como su adaptabilidad y robustez (Sarandón S. J., 2002). De igual forma Aguirre, los reconoce como un mecanismo importante para dar seguimiento a las políticas públicas, establecer prioridades de gestión y como herramienta de difusión entre sectores (Aguirre I. L., 2002). Según el Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC (2002), las características de un buen indicador son:

- Simpleza: que sea entendida y sea aplicable por todo el mundo. • Validez: que mida lo que dice medir, de ahí que es importante validarlo y ajustarlo.
- Disponibilidad: que la información se pueda conseguir fácilmente para medir el indicador.
- Replicabilidad: que permita medir el fenómeno, no sólo en un tiempo y lugar específico, sino también en otros tiempos y espacios.
- Comparabilidad: que el indicador se entienda en otros países.

## **2.6. Funciones de los indicadores**

Según Sánchez (Colás Sánchez, 2008), la aproximación de los valores que adquieren las variables físico-químicas y biológicas permite conocer las condiciones del agua, aire, suelo y de los ecosistemas. Estos valores pueden ser resumidos en indicadores que reconozcan alcanzar un mejor entendimiento del estado del ambiente. La consideración de los factores naturales, buscando nuevos abordajes que incorporen diferentes dimensiones tales como la social, económica, política y cultural han enriquecido la forma de análisis de la situación del medio

ambiente, el manejo de los recursos naturales, la evaluación del impacto de las diferentes actividades y las consecuencias de los procesos de desarrollo sobre los recursos naturales (Sarandón S. J., 2014). Las funciones más importantes de un indicador ambiental deben obtenerse de una pirámide de información, que de cuenta de diferentes aspectos importantes para la elaboración de indicadores, tales como las necesidades de información y las herramientas necesarias.

## **2.7. Marco orientador de los indicadores**

La presentación de un número determinado de indicadores, por áreas o temas ambientales o urbanos, requiere que éstos se encuentren organizados en un marco lógico que ayude a su inteligibilidad y funcionalidad, por lo que se han desarrollado marcos de análisis para indicadores de tipo ambiental (Anguita, 2002). En el enfoque de marco lógico se considera que la ejecución de un proyecto es consecuencia de un conjunto de sucesos con una relación causal interna. Estos se describen en: insumos, actividades, resultados, objetivo específico y objetivo global. Las indecisiones del proceso se explican con los factores externos en cada nivel. (Gómez, 2014). El Marco Lógico fue desarrollado inicialmente por la USAID, agencia de cooperación de Estados Unidos, en los años 70 y posteriormente asimilado, con algunos cambios, por la agencia de cooperación alemana GTZ en su técnica de planificación de proyectos conocido como ZOPP (Calatayud, 2011). La metodología del “Marco Lógico” es implementada actualmente por muchas agencias de cooperación internacional. Se trata de una herramienta útil para que el equipo involucrado en un proyecto de desarrollo llegue a un consenso sobre la concepción general del proyecto o programa (Gómez, 2014). Para el Humedal Tibanica, es necesario tener en cuenta diversos cambios de comportamiento (actitud, conducta o desempeño) de las personas, instituciones y grupos que generan la situación actual negativa, que se pretende resolver. (Palacios Naranjo, 2009) Puede haber más de un objetivo específico, de hecho, tantos como actores clave y cambios de comportamiento necesarios para el estudio del ecosistema, dado los continuos cambios que se generan en el humedal de Tibanica (Pintos, 2011). Para cada uno se definen los resultados concretos esperados, los indicadores objetivamente medibles, los procedimientos para su medición, las hipótesis externas, y el riesgo que se le asigna (Baray, 2006). Los indicadores de

este nivel del “Marco Lógico”, se llaman indicadores de efectividad, que son necesario como soporte.

## **2.8. Criterios de selección**

Como uno de los primeros aspectos para definir criterios de evaluación para un humedal, es identificar el concepto de calidad ambiental, como un conjunto de propiedades inherentes a un ecosistema que permite compararlo con otros sistemas naturales o establecer su grado de conservación en función de los bienes y servicios que ofrece (Martínez F. P., 2003). Estos autores destacan dos factores esenciales para evaluar las condiciones ambientales de un humedal como son: la salud ecológica, la cual relaciona la integridad de los procesos funcionales y a escala de paisaje en relación a las interacciones aire, agua y suelo (Almeida, 2004). Los componentes que determinan las características funcionales y estructurales de los humedales son factores climáticos, hidrológicos geomorfológicos, hidroquímicos y bióticos (Suárez Castillo, 2011) que generan funciones como ciclos de nutrientes, productividad, biomasa, hidrología y sedimentación, la combinación de estas producen control frente a inundaciones y calidad de hábitats y de agua entre otros (Barbier E. B., 1993) y (Yepes, 2008) incluyen la capacidad de purificación de aguas, el tiempo de residencia hidráulico del agua dentro del humedal, las concentraciones de material orgánico y el área disponible de plantas, crecimiento de microorganismos que ayudan a degradar el material contaminante. De Groot y otros autores, (De Groot RS, 2002) seleccionan un grupo de criterios esenciales de fácil identificación para humedales clasificándolos en dos grupos de carácter ecológico y sociocultural (ver tablas 2.1 y 2.2

**Tabla 2.1. Criterios de selección ecológica para humedales**

Crterios	Descripcion	Indicadores
Naturalidad /integridad / representatividad.	Grado de presencia humana en función de la perturbación física, química o biológica	Calidad del aire % de especies clave presentes % de tamaño minimo del ecosistema
Diversidad	Variedad de la vida en todas sus formas	Número de ecosistema por unidad geográfica Número de especies por superficie
Singularidad/ rareza	Rereza local, nacional o mundial de ecosistemas y especies	Número de especies y subespecies endémicas
Fragilidad/ vulnerabilidad	Sensibilidad de los ecosistemas a la perturbación humana	Balance energético (PPB/PPN) Capacidad de sustentación
Capacidad de renovación/ recuperación	Posibilidad de renovación espontanea o asistida por el hombre	Complejidad y diversidad Etapa de sucesión/ tiempo/PPN Costos de restauración

Fuente: De Groot RS, W. M. (2002). *A typology for the classification, description and valuation.*

PPB – Producción primaria bruta; PPN = Producción primaria neta

A ... .. V A I:

**Tabla 2.2. Criterios de sección socio-culturales para humedale**

Crterios	Descripción	Indicadores
Valor recreativo	Importancia de la naturaleza para el desarrollo cognitivo, relajación mental, inspiración	Calidad estética de los paisajes Rasgos y uso recreativos Rasgos y uso artísticos

	artística, disfrute estético y beneficios recreativos	Estudios de preferencia
Valor de patrimonio	Importancia de la naturaleza como referencia en la historia e identidad cultural personal o colectiva	Sitios, elementos y artefactos históricos Paisajes culturales designados Tradiciones y conocimientos culturales
Valor espiritual	Importancia de la naturaleza en Símbolos y elementos con significado sagrado, religioso o espiritual.	Presencia de sitios o elementos sagrados Papel de ecosistemas o especies en ceremonias religiosas y textos sagrado
Valor de existencia	Importancia que las personas conceden a la naturaleza por cuestiones éticas y de igualdad Intergeneracional. También denominado como “valor de satisfacción personal”	Preferencia expresada (p. ej. mediante donaciones y trabajo voluntario) o declarada por la protección de la naturaleza por razones éticas
Valor terapeutico	Provisión de medicinas, aire limpio, agua y suelo, espacio para recreación y deportes al aire libre y efectos terapéuticos generales de la naturaleza sobre el bienestar mental y físico de las personas.	Adecuación y capacidad de los sistemas naturales para proporcionar “servicios de salud” Efectos restaurativos y regenerativos sobre el comportamiento de las personas Beneficios socioeconómicos de condiciones y costos sanitarios reducidos

Fuente: De Groot RS, W. M. (2002). *A typology for the classification, description and valuation.*

Activar

## 2.9. Índices para humedales

Los humedales son ecosistemas altamente eficaces que pueden ser fácilmente afectado por las condiciones antrópicas, como el aumento en la población o el cambio en los usos del suelo, por lo que es vital hacer un seguimiento a su estado, (Hernández A. J., 2008) hacer una revisión de los principales índices para estimar el estado de un humedal en función de sustentabilidad y sus características morfológicas; tales como:

- Índice de conectividad. Se basa en la funcionalidad de los territorios a partir de los objetos de conservación y usos del suelo
- Índices de vegetación: estima la relación de formas vegetales y el área en estudio, teniendo en cuenta los siguientes parámetros: vegetación, biomasa, cobertura, fenología y proceso como la evo transpiración
- Índices biológicos: son atributos de los sistemas biológicos que se emplean para descifrar factores de su ambiente. Se utilizan especies o asociaciones de éstas como indicadores y, posteriormente, se emplean atributos de otros niveles de organización del ecosistema, como poblaciones, comunidades, etc. (Markert, 2013) Los índices biológicos se logran mediante un valor numérico que expresa el efecto de la contaminación sobre una comunidad biológica y se fundan en el contenido de los organismos de reflejar las particularidades o condiciones ambientales del medio en el que se encuentran (Félez Santafé, 2009). La presencia o ausencia de una especie o familia, así como su densidad es lo que se va a usar como indicador de la calidad. Los Índices fisicoquímicos, permiten indicar el estado del agua en un periodo de tiempo definido por la duración del ciclo vital de cada individuo, magnitud de colonias (Quiroz Alvarado, 2015), etc., pero, por el contrario, es posible identificar los agentes contaminantes existentes, por lo que su utilización es determinar los parámetros fisicoquímicos.

Los índices biológicos, pueden ser de dos tipos:

- a. Índices bióticos: suelen ser específicos para un tipo de contaminación y/o región geográfica, y se fundan en el concepto de cuerpo indicador.

Consienten la valoración del estado ecológico de un ecosistema acuático afectado por un proceso de contaminación (Peña Guzmán, 2010). Para ello a los grupos de invertebrados de un modelo se les asigna un valor numérico en función de su resistencia a un tipo de contaminación, los más flexibles reciben un valor menor y los más sensibles un valor numérico mayor, la suma de todos estos valores nos indica la calidad de ese ecosistema (Alonso, 2005).

- b. Índices de diversidad: Determinan la cantidad y biodiversidad de especies de un sitio, a mayor biodiversidad mayor puntaje obtenido. Muestran las alteraciones del número total de comunidades de organismos (Cordero Ledergerber, 2015). Como privilegios de estos índices con respecto a los bióticos insisten que no es necesaria la caracterización de especies o familias, que no se necesita indagación sobre la tolerancia a contaminación y que sirven para revelar sucesos leves de contaminación. Por el contrario no existe una aprobación claro sobre los valores de los índices (Salinas, 2015).

## **2.10. Programa de Monitoreo**

Estos programas de monitoreo, permiten determinar la calidad del agua superficial en el humedal, igualmente, conseguir información sobre los impactos generados por las fuentes naturales y antropogénicas en las fuentes de agua de Pisco Playa que están siendo monitoreados, determinado de esta manera los indicadores de contaminación ambiental, que con los resultados obtenidos permita determinar acciones o estrategias por partes de los actores en los procesos de toma de decisiones en el desarrollo y conservación de un ecosistema importante como es el humedal de Pisco Playa.

El Objetivo es obtener información que indique los impactos potenciales que degradan el entorno natural y se apliquen programas de manejo para que se cumpla con los ECAs AGUA y los LMP de arrojado de efluentes.

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

- Este monitoreo se ejecuta para el año 2020 en tiempos de estiaje y en situación de avenidas en la cuenca de río Pisco.

#### **b. Selección de los Parámetros a Monitorear**

- Se tomaron los indicadores de contaminación ambiental que corresponden parámetros físico químicos y microbiológico más importantes.

#### **c. Frecuencias de Muestreo**

- Los muestreos se realizaron en cuatro estaciones de monitoreo, para la calidad del agua superficial.
- Evaluación de ensayos de laboratorio
- En la evaluación de los parámetros, se debe tener en cuenta:
- Datos para la detección de errores u omisiones.
- Los resultados del laboratorio den ser comparados con los normados en ECA AGUA..

### **2.11. Clasificación de los impactos ambientales**

El impacto ambiental que se presenta, se clasifica en:

- Impacto directo, o indirecto sobre el medio.
- A corto o a largo plazo
- Reversible o irreversible
- Local o externo
- Evitable o inevitable

## **2.12. Diagnóstico del humedal de pisco playa**

### **2.12.1. Aguas Naturales**

Son los que se encuentran en la fuente de agua en el planeta SUPERFICIALES , SUNTERRANEAS Y ATMOSFERICAS Y no han sido tratados, por lo que pueden tener la aptitud de ser usada en fines de consumo poblacional y/o riego debiendo verificarse con la normativa ambiental.

### **2.12.2. Aguas Residuales**

Rolim (2000), plantea que las aguas residuales se pueden definir como el agua que proviene del sistema de abastecimiento de agua de una población luego de haber sido modificada por diversos usos en las actividades domésticas, industriales de las comunidades, siendo recolectada por el sistema de alcantarillado que lo conduce a un destino apropiado.

Tchobanoglous (1996), indica que son aguas residuales domésticas que pueden incluirse en esta definición “a la mezcla de aguas residuales domésticas con drenaje de aguas pluviales, aguas residuales de origen industrial, siempre que estas cumplan con los requisitos para su uso en redes de alcantarillado de tipo combinado”.

### **2.12.3. Aguas residuales domesticas o “Aguas Negras”**

De los vertidos de actividades antropogénicas en áreas urbanas, de los núcleos poblados de las márgenes de la cuenca del río Pisco, integrados en drenaje y escorrentía; estas aguas suelen contener una gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, otros jabones, detergentes, lejías y grasas. También en estos lugares de la cuenca de río Pisco existe servicios de alcantarillado urbano, que vierten sus efluentes sin tratamiento al recurso hídrico que.

**Tabla N° 2.3.** Contaminantes importantes de las aguas residuales

Contaminante	Fuente	Importancia ambiental
Sólidos suspendidos.	Uso doméstico, desechos industriales y agua infiltrada a la red.	Causa depósitos de lodo y condiciones anaerobias en ecosistemas acuáticos.
Compuestos orgánicos biodegradables.	Desechos domésticos e industriales.	Causa degradación biológica, que incrementa la demanda de oxígeno en los cuerpos receptores y ocasiona condiciones indeseables.
Microorganismos patógenos.	Desechos domésticos.	Causan enfermedades transmisibles.
Nutrientes.	Desechos domésticos e industriales.	Pueden causar eutroficación.
Compuestos orgánicos refractarios*.	Desechos industriales.	Pueden causar problemas de sabor y olor; pueden ser tóxicos o carcinogénicos.
Metales pesados	Desechos industriales, minería, etc.	Son tóxicos, pueden interferir con el tratamiento y reúso del efluente.
Sólidos inorgánicos disueltos.	Debido al uso doméstico o industrial se incrementan con respecto a su nivel en el suministro de agua.	Pueden interferir con el reúso del efluente.

\*Refractario: se aplica al cuerpo que resiste la acción de agentes químicos o físicos, especialmente altas temperaturas, sin descomponerse.

#### 2.12.4. Características Físicas, Químicas y Biológicas de las Aguas Residuales

La **tabla N° 2.4.** indica las propiedades fisicoquímicas y biológicas del agua residual.

Características	Procedencia
Propiedades físicas	
Color	Aguas residuales domésticas e industriales, degradación natural de materia orgánica
Olor	Agua residual en descomposición, residuos industriales
Sólidos	Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo.
Temperatura	Aguas residuales domésticas e industriales
Constituyentes químicos	
Carbohidratos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Grasas animales, aceites	Aguas residuales domésticas, industriales, comerciales y grasa
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Compuestos orgánicos volátiles	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea
Cloruros	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea
Metales pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno	Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas
pH	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Fósforo	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Sulfuro de hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos
Metano	Descomposición de residuos domésticos
Oxígeno	Agua de suministro; infiltración de agua superficial
Constituyentes biológicos	
Animales	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Microorganismos	Aguas residuales domésticas

**Tabla N° 2.5.** Principales bacterias existentes en el agua

Bacterias	Fuente	Periodo de incubación	Duración	Síntomas clínicos
<i>Salmonella typhi</i>	Heces, orina	7 - 28 días (14)	5 - 7 días (semanas -meses)	Fiebre, tos, náusea, dolor de cabeza, vómito, diarrea
<i>Salmonella sp.</i>	Heces	8 - 48 horas	3 - 5 días	Diarrea acuosa con sangre
<i>Shigellae sp.</i>	Heces	1 - 7 días	4 - 7 días	Disentería (diarrea con sangre), fiebres altas, síntomas tóxicos, retortijones, pujos intensos e incluso convulsiones.
<i>Vibrio cholerae</i>	Heces	9 - 72 horas	3 - 4 días	Diarrea acuosa, vómito, deshidratación
<i>V. cholerae No.-01</i>	Heces	1 - 5 días	3 - 4 días	Diarrea acuosa
<i>Eschericia coli enterohemorrágica O157:H7</i>	Heces	3 - 9 días	1 - 9 días	Diarrea acuosa con sangre y moco, dolor abdominal agudo, vómitos, no hay fiebre
<i>Eschericia coli enteroinasiva</i>				Diarrea, fiebre, cefalea, mialgias, dolor abdominal, a veces las heces son mucosas y con sangre
<i>Eschericia coli enterotoxígena</i>	Heces	8 - 24 horas	1 - 2 semanas	Dolores abdominales, diarrea acuosa, fiebre con escalofríos, náusea, mialgia
<i>Yersinia enterocolítica</i>	Heces	5 - 48 horas	3 - 19 días	Dolor abdominal, diarrea con moco, sangre, fiebre, vómito
<i>Campylobacter jejuni</i>	Heces, orina	1 - 11 días (24 - 48 horas)	1 - 21 días (9)	Diarrea, dolores abdominales, fiebre y algunas veces heces fecales con sangre, dolor de cabeza
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Heces	2 - 5 días (42 - 72 horas)	7 - 10 días	Fiebre, escalofríos, dolor abdominal, náusea, diarrea o vómito
<i>Aeromonas sp.</i>	Heces	20 - 24 horas	1 - 2 días	Diarrea, dolor abdominal, náuseas, dolor de cabeza y colitis, las heces son acuosas y no son sanguinolentas
	Heces	Desconocido	1 - 7 días	

**Tabla N° 2.6.** Principales parásitos transmitidos por el agua

Parásito	Fuente	Periodo de incubacion	Duración	Síntomas clínicos
Giardia lamblia	Heces	5 - 25 días	Meses - años	Puede ser asintomática (hasta un 50%) o provocar una diarrea leve. También puede ser responsable de diarreas crónicas con mala absorción y distensión abdominal.
Cryptosporidium parvum Entamoeba histolytica / Amebiasis	Heces	1 - 2 semanas	4 - 21 días	Provoca diarrea acuosa, con dolor abdominal y pérdida de peso. Es un cuadro grave en un huésped comprometido y una infección oportunista en otros pacientes.
Cyclospora var. cayetanensis Balantidium coli	Heces (oocistes)	2 - 4 semanas	Semanas - meses	Dolor abdominal, estreñimiento, diarrea con moco y sangre
	Heces	3 - 7 días	Semanas - meses	Diarrea acuosa con frecuentes deposiciones, náuseas, anorexia, dolor abdominal, fatiga, pérdida de peso, dolores musculares, meteorismo, y escasa fiebre.
	Heces	Desconocido	Desconocido	Dolor abdominal, diarrea con moco y sangre, pujo y tenesmo
Dracunculus medinensis				El parásito eventualmente emerge (del pie en el 90% de los casos), causando edema intenso y doloroso al igual que úlcera. La perforación de la piel se ve acompañada de fiebre, náuseas y vómitos.
	Larva	8 - 14 meses	Meses	

## 2.13. El agua y sus propiedades

Según la OMS (2015), el agua es un componente esencial para la vida. Para muchos de ellos, el volumen de agua dulce en el planeta es limitado y su calidad muestra variabilidad. La calidad del agua está en riesgo debido a los patógenos infecciosos tóxicos, los productos químicos y la radiación.

### 2.13.1. Características del agua

Por el proceso del ciclo hidrológico, composición de suelo, ubicación, etc., dan características diferentes a las aguas naturales. Se clasifican en:

#### Parámetros Físicos. -

- turbidez,
- color
- olor,

- sabor,
- Temperatura,
- Sólidos en Suspensión,
- conductividad, etc.
- Químicas.-
- pH,
- dureza,
- acidez,
- alcalinidad,
- fosfatos,
- sulfatos,
- cloruros,
- oxígeno disuelto,
- grasas y aceites,
- DBO,
- DQO,
- Nitratos y
- Nitritos

**Parámetros microbiológicos.-**

- protozoarios (patógenos),
- helmintos (patógenos),

- coliformes fecales y totales.

**Tabla N°2.7:** Estándares de Calidad de Agua-ECA AGUA

PARAMETROS	UNIDAD	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS-QUÍMICOS</b>				
Aceites y grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0.1		0.1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero	100 (a)		100 (a)
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DBO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.2		0.5
Fenoles	mg/L	0.002		0.01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 – 8.5		6.5 – 8.4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	5		5
Arsénico	mg/L	0.1		0.2
Bario	mg/L	0.7		**

Berilio	mg/L	0.1	0.1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0.01	0.05
Cobre	mg/L	0.2	0.5
Cobalto	mg/L	0.05	1
Cromo Total	mg/L	0.1	1
Hierro	mg/L	5	**
Litio	mg/L	2.5	2.5
Magnesio	mg/L	**	250
Manganeso	mg/L	0.2	0.2
Mercurio	mg/L	0.001	0.01
Níquel	mg/L	0.2	1
Plomo	mg/L	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.02	0.05
Zinc	mg/L	2	24
<b>ORGÁNICO</b>			
<b><u>Bifenilos Policlorados</u></b>			
<u>Bifenilos Policlorados (PCB)</u>	µg/L	0.04	0.045
<b>PLAGUICIDAS</b>			
<u>Paratión</u>	µg/L	35	35
<b><u>Organoclorados</u></b>			
<u>Aldrín</u>	µg/L	0.004	0.7
<u>Clordano</u>	µg/L	0.006	7

+

<u>Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)</u>	µg/L	0.001	30	
<u>Dieldrín</u>	µg/L	0.5	0.5	
<u>Endosulfán</u>	µg/L	0.01	0.01	
<u>Endrin</u>	µg/L	0.004	0.2	
<u>Heptacloro y Heptacloro Epóxido</u>	µg/L	0.01	0.03	
<u>Lindano</u>	µg/L	4	4	
<b><u>Carbamato</u></b>				
<u>Aldicarb</u>	µg/L	1	11	
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<u>Escherichia coli</u>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de <u>Helmitos</u>	Huevo/L	1	1	**

Fuente: Publicación de Normas del Diario "El Peruano"  
D.S. N° 004-2014-MINAM – Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

## **2.14. Marco conceptual**

### **Agua potable**

“Aquella que es bebible y apta para que sea consumida, sin que produzca ningún peligro o daño a las personas. Siendo un líquido ideal para el organismo de las personas” (Aguas Cordobesas, 2015, párr. 2).

### **Caudal**

“Representa el volumen de un flujo de agua en unidades de tiempo, representada en litros por segundo, galones por minuto o metros cúbicos por segundo” (Pastor y Zegarra 2011, p. 27).

### **Gestión integrada de recursos hídricos**

Es "el proceso integral, que consiste en extraer el agua del ciclo hidrológico en sus fuentes naturales, regularla, transportarla, tratarla, distribuirla, medirla y entregarla a los diversos usuarios de un determinado lugar". (Ley de Recursos Hídricos N° 29338).

### **Impacto ambiental**

Según Sobrini, (2008), El impacto ambiental es asociado en muchas ocasiones al daño que se le hace a la naturaleza, y son susceptibles de ser modificados por la actividad del hombre estas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar grandes problemas; los factores del ambiente son: el aire, agua, suelo, factores sociales, económicos y culturales. (pág.318).

### **Medio ambiente**

Está constituido por factores biológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Novo, 1996; Erice, 2010; Sánchez, 2011).

## **2.15. Marco legal**

- Ley General del Ambiente - Ley N° 28611, Artículo 32 numeral 32.1 Límite Máximo Permisible.
- Ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos-Artículo 1º: El Agua.
- Ley N° 26842, Ley General de Salud.
- Ley Orgánica de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales N° 26821: artículo 2, artículo 4 y artículo 16.
- Estándares de calidad de agua (ECA) establecidos en el Decreto Supremo N. ° 002-2008- MINAM.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

### **3.1. Tipo, nivel y diseño de la investigación**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

La investigación es de tipo aplicada, teniendo en cuenta las investigaciones basadas, en teorías, normatividad y leyes de conservación ambiental de ecosistemas.

#### **3.1.2. Nivel de investigación**

Se empleará el procedimiento descriptivo transversal, ya que se evaluará y contrastará los indicadores de contaminación ambiental concernientes a las aguas superficiales del humedal de Pisco Playa, para su verificación sobre las condiciones ambientales actuales y dar proponer programas de conservación.

#### **3.1.3. Diseño de investigación**

Es experimental descriptivo

### **3.2. Población y muestra**

#### **3.2.1. Población**

Según Ruiz (2008, p. 63) nos dice que la población es “la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre los cuales se desea hacer una inferencia”.

Se toma en cuenta como población el agua superficial existente en el humedal de Pisco Playa ubicado en los distritos de Pisco, San Clemente jurisdicción de la Provincia de Pisco 2020.

#### **3.2.2. Muestra**

Constituye el volumen de agua superficial representativo del humedal de pisco Playa año 2020.

## CAPITULO IV. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

### 4.1. Técnica de recolección de datos

La Técnica que aplicamos para cada momento de la investigación seguiremos la siguiente secuencia:



Se utilizó información muy diversa, tanto de trabajos realizados por entidades privadas como de alguna consultora para la evaluación de alternativas.

El procedimiento es:

Evaluar la característica de los indicadores de contaminación ambiental de los recursos hídricos superficiales del humedal de Pisco Playa.

Análisis Físico, Químico y Biológico del Agua superficial de Pisco Playa. La información obtenida para obtener los datos fue analítica elaborado en base a las muestras tomadas.

### 4.2. Instrumento de recolección de datos

El procedimiento es:

Evaluar la característica de los indicadores de contaminación ambiental de los recursos hídricos superficiales del humedal de Pisco Playa.

Análisis Físico, Químico y Biológico del Agua superficial de Pisco Playa. La información obtenida para obtener los datos fue analítica elaborado en base a las muestras tomadas.

El instrumento de recolección de datos es el recurso de aguas superficiales con la finalidad de estudiar los valores de los indicadores de contaminación ambiental.

De este modo el instrumento sintetiza en si toda la labor previa de la investigación, me permite resumir el aporte del marco teórico al seleccionar los datos que están indicados en los indicadores y, en consecuencia a las variables o conceptos utilizados por, (Sabino, 1992).

#### **4.3. Tratamiento de datos e interpretación de resultados**

En este caso se establece, la sistematización de los datos y su interpretación en base a las muestras realizadas, en tal sentido se realizaron las pruebas a nivel de laboratorio e interpretaron los resultados obtenidos, para determinarla la calidad de aguas superficial de Humedal de pisco Playa.

##### 1. En campo:

- Se estima el caudal del agua superficial; se usa el método de sección velocidad, siendo el caudal establecido de 1,5 m<sup>3</sup>/mseg. Aproximadamente.
- pH y la T°: Se midió 3 estaciones, se realizó con el Multiparámetro.
- Turbidez: Se midió en tres estaciones con el Turbidímetro
- Conductividad Eléctrica
- Oxígeno disuelto: Se midió 3 estaciones, se realizó con el Multiparámetro.

##### 2. En laboratorio:

- DBO: Se realizo en dos estaciones
- DQO: Se realizó dos taciones, se utilizó un colorímetro para obtener la medición de DQO en mg/L de cada muestra.

- Nitratos: Se realizó en dos estaciones
- Coliformes Fecales: Se realizó en dos estaciones
- Coliformes Totales: Se realizó en dos estaciones

#### 4.4. Normatividad

La norma fundamental para la gestión de **humedales** es la Ley General del Ambiente - Ley N° 28611 (15 de octubre 2005), que establece disposiciones en relación a los ecosistemas especiales o frágiles, en sus artículos 99.1, 99.2 y 99.3 y, a su vez, el Estado reconoce la importancia de los **humedales** como hábitat

Se realizó el monitoreo in situ, siguiendo los criterios establecidos en la legislación siguiente:

- La Constitución Política de 1993 en el Capítulo II, artículo 66,
- Ley General del Ambiente - Ley N° 28611.
- Decreto N° 003 – 2010 – MINAM (Ministerio del Ambiente).

## **CAPITULO V: DESARROLLO EXPERIMENTAL**

### **5.1. Materiales y equipo**

#### **5.1.1. Materiales de Vidrio**

- Matraces de Vidrio
- Tubos de Ensayo
- Erlenmeyer
- Vasos de precipitado
- Probeta graduada
- Frascos de vidrio
- Lunas de reloj y baguetas
- Dispositivo de Titulación
- Digestores
- Destilador de vidrio
- Fiolas
- Equipo Sofley
- Filtros de porcelana

#### **5.1.2. Equipos**

- Cooler
- Balanza Analítica

- Campana Extractora
- Estufa
- Ph metro
- Equipo de Análisis Físicoquímico
- Equipo de Análisis Bacteriológico
- Equipo de Filtración al Vacío
- Equipo Multiparametro
- Comparador de Cloro
- Conductímetro

#### **5.1.3. Reactivos y/o insumos químicos**

- Agua destilada
- Hidróxido de sodio
- Hexano
- Detergentes
- Almidón
- DPD
- Ácido Nítrico
- Ácido Clorhídrico
- Ácido fosfórico

#### **5.1.4. Preparación y Preservación de Muestras de Agua Potable**

La preparación y preservación de las muestras deberán tener los siguientes

cuidados:

- Cationes metálicos pueden precipitarse como hidróxidos o formar complejos.
- Cationes metálicos puede ser absorbidos por la superficie de vidrio, cuarzo o recipiente plástico.
- Las características de las muestras pueden ser modificadas también por la actividad microbiológica.
- Las células pueden aumentar el DBO y el DQO.
- La productividad de células puede modificar el DBO y el DQO.
- El contenido de nitrógeno y fósforo puede ser alterado.

La tabla que se da a continuación nos presenta más información para el almacenamiento de muestras.

TABLA N° 5.1. Almacenamiento y refrigeración de muestras

PARÁMETRO	FRASCO *	MÉTODO DE PRESERVACIÓN	TIEMPO MÁXIMO ENTRE COLECTA Y ANÁLISIS
Alcalinidad	P ó V	Refrigeración a 4° C	24 horas
DBO	V	Refrigeración a 4° C	6 horas
Borato	P	No necesita	7 días
Calcio	P o V	No necesita	7 días
DQO	V	1 a 2 ml. De H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / litro de muestra	1 a 7 días

Cloruro	P ó V	No necesita	7 días
Cloro	V	-	analizar inmediatamente
Color	P ó V	Refrigeración a 4° C	24 horas
Conductividad	P ó V	No necesita	1 a 7 días
	P	Adicionar NaOH hasta pH = 11	24 horas
Cianuro	V	20 mg. HgCl <sub>2</sub> / litro de muestra	1 día
	V	2 ml. Sulfato manganoso + 2 ml iodato alcalino azida	24 horas
Fluoruro	P	No necesita	7 días
Dureza	P ó V	No necesita	7 días
Nitrogeno Amoniacal	P ó V	1 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / litro de muestra, refrigeración a 4° C	1 a 7 días
Nitrato	P ó V	1 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / litro de muestra, refrigeración a 4° C	1 a 7 días
Nitrito	P ó V	1 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / litro de muestra, refrigeración a 4° C	24 horas
Orgánico	V	1 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / litro de muestra, refrigeración a 4° C	24 horas
Olor	V	refrigeración a 4° C	6 a 24 horas
Aceites y grasas	V	1 a 2 ml HCl / litro de muestra	24 horas
Carbono orgánico	V	1 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / litro de muestra	1 a 7 días
pH	P ó V	-	analizar en cuanto antes, de preferencia en el lugar
Sólidos Disueltos	P ó V	-	24 horas
Sólidos Totales	P ó V	-	7 días
Sulfato	P ó V	no necesita	7 días
Sulfuro	V	2 ml 1M Zn(OQc) <sub>2</sub> / litro de muestra, después 2 ml. NaOH 1 N	24 horas
Turbidez	P ó V	-	4 a 24 horas

**Fuente: Química Analítica.**

\* Frasco de tipo plástico (P) ó vidrio (V)

### **5.1.5. Caracterización de OM en aguas residuales y muestras de agua.**

En general, las aguas residuales contienen una variedad de componentes orgánicos e inorgánicos con diferentes características fisicoquímicas. Los contaminantes o tipos de contaminantes presentes en las aguas residuales dependen de las fuentes de contaminación. Por ejemplo, se ha demostrado que a menudo se detectan altas concentraciones de DQO, aceite, grasa, sulfuro, amoníaco, solventes orgánicos e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en las muestras de aguas residuales derivadas de las refinerías petroquímicas y las industrias de procesamiento químico (Botalova et al., 2009), mientras que se observa una alta concentración de metales pesados y un bajo valor de DQO en muestras de aguas residuales de industrias de galvanoplastia/electricidad (Kurniawan et al., 2006). Además, el diseño de sistemas de línea de alcantarillado (es decir, sistemas de alcantarillado separados o combinados) también afecta directamente la composición de las aguas residuales.

### **5.1.6. Control Analítico de Muestras de agua Residual**

Se efectuará en parámetros que determinen los indicadores ambientales de contaminación:

- Parámetros Físicos
- Parámetros Químicos
- Parámetros Microbiológicos

### **5.1.7. Determinación Analítica de Parámetros Físicos**

#### **Color**

El color de un agua generalmente se expresa en unidades Hazen, que son las mismas que las TCU (unidades de color verdadero) o mg/l en la escala de platino cobalto (Pt-Co). El agua a menudo puede aparecer coloreada debido al material coloidal u otro material presente en la suspensión, lo que significa que el color verdadero debe determinarse solo después de la filtración, generalmente a través de un filtro de 0,45 µm. El color en las aguas superficiales no contaminadas es

causado por la presencia de ácidos húmicos y fúlvicos, que se derivan de la turba y el humus del suelo, (Brandt et al., 2017) . Estos productos químicos, conocidos como cromóforos, absorben la luz de longitudes de onda particulares, dando un color amarillo / marrón característico. En algunas aguas, el color se ve reforzado por la presencia de manganeso con extremo de hierro, que a menudo se une orgánicamente. Las aguas sujetas a contaminación industrial también pueden contener una amplia variedad de materiales coloreados. El nivel en el que el color se vuelve inaceptable depende en gran medida de la percepción del consumidor, y la mayoría de los consumidores notan un color de 15 TCU en un vaso de agua.

### **Turbidez**

La medición de la turbidez, aunque no es cuantitativamente precisa, es un indicador simple y útil de la condición de un agua. La turbidez se define como la propiedad óptica que hace que la luz se disperse y se absorba en lugar de transmitirse en línea recta a través de una muestra. Aunque la turbidez es causada por el material en suspensión, es difícil correlacionarlo con la medición cuantitativa de suspensión sólidos en una muestra, ya que la forma, el tamaño y los índices de refracción de las partículas en suspensión afectan todas sus propiedades de dispersión de la luz, (Brandt et al., 2017).

### **5.1.8. Determinación Analítica de Parámetros Químicos**

#### **Ph**

El valor de pH, o concentración de iones de hidrógeno, determina la acidez de un agua. Es una de las determinaciones más importantes en la química del agua, ya que muchos de los procesos involucrados en el tratamiento del agua dependen del pH. El agua pura se ioniza muy ligeramente en iones positivos de hidrógeno ( $H^{+1}$ ) e iones negativos de hidroxilo ( $OH^{-1}$ ). En términos muy generales, se dice que una solución es neutra cuando el número de iones de hidrógeno e iones de hidroxilo es igual, cada uno correspondiente a una aproximación concentración de  $10^{-7}$  moles/l. Este punto neutro depende de la temperatura y ocurre a pH 7.0 a 25 C. Cuando la concentración de iones de hidrógeno excede la de los iones de hidroxilo (es decir, a valores de pH menos de 7.0) el agua tiene características ácidas. Por el contrario,

cuando hay un exceso de hidroxilo iones (es decir, el valor de pH es mayor a 7.0) el agua tiene características básicas y se describe como estar en el lado alcalino de la neutralidad.

### **Sólidos Suspendidos**

El contenido de sólidos suspendidos o el residuo de filtro de un agua cuantifica la cantidad de material particulado presente e incluye tanto materia orgánica como inorgánica, como plancton, arcilla y limo. El contenido de sólidos suspendidos de un agua superficial puede variar ampliamente dependiendo del flujo y la estación, con algunos ríos en condiciones de inundación que tienen varios miles de mg/l de material en suspensión (Brandt et al., 2017).

La medición de los sólidos en suspensión se realiza generalmente sobre una base de peso-volumen seco y no proporciona ninguna indicación sobre el tipo de material en suspensión, la distribución del tamaño de partícula o las características de sedimentación.

Por lo tanto, no existe una correlación directa entre los sólidos en suspensión y la turbidez. Sin embargo, en términos de calidad del agua potable, es importante que los sólidos en suspensión se eliminen adecuadamente del agua cruda antes de la desinfección final para que la eficacia del proceso de desinfección no se vea afectada.

### **Fosfatos**

Los fosfatos en las aguas superficiales se originan principalmente de efluentes de aguas residuales que contienen detergentes sintéticos a base de fosfato, de efluentes industriales o de la escorrentía agrícola después del uso de fertilizantes inorgánicos. Las aguas subterráneas generalmente contienen concentraciones insignificantes de fosfatos, a menos que se contaminen. El fósforo es uno de los nutrientes esenciales para el crecimiento de algas y puede contribuir significativamente a la eutrofización de lagos y embalses, (Brandt et al., 2017).

Se pueden agregar ortofosfatos durante el tratamiento del agua para el control de la plumbosolvencia.

La dosis aplicada es inicialmente de alrededor de 1 mg/l como P, disminuyendo gradualmente a alrededor de 0.7 mg/l como P, como el tratamiento surte efecto y el sistema se optimiza. Aunque el tratamiento con fosfato es efectivo para el plomo, la dosificación de fosfato en aguas con alta alcalinidad y bajo pH puede aumentar ligeramente cuprosolvencia. Los ortofosfatos, junto con los polifosfatos, también pueden usarse como inhibidores de corrosión para reducir el riesgo de suministrar "agua roja" a las tuberías de hierro corroídas.

### **Nitrato**

El nitrato es la etapa final de la oxidación del amoníaco y la mineralización del nitrógeno a partir de la materia orgánica. La mayor parte de esta oxidación en el suelo y el agua se logra mediante bacterias nitrificantes y solo puede ocurrir en un ambiente bien oxigenado. Las mismas bacterias son activas en los filtros de filtración en los trabajos de tratamiento de aguas residuales, lo que resulta en la descarga de grandes cantidades de nitrato en los efluentes de aguas residuales de dichos trabajos. El uso de fertilizantes nitrogenados en la tierra también puede dar lugar a mayores concentraciones de nitrato tanto en aguas superficiales como subterráneas. Los niveles de nitrato en las aguas superficiales a menudo muestran fluctuaciones estacionales marcadas, con mayores concentraciones en invierno cuando la escorrentía aumenta debido a las lluvias de invierno en un momento de actividad biológica reducida. Durante el verano, es probable que los niveles de nitrato se reduzcan por mecanismos bioquímicos y por la asimilación de algas en los depósitos. La desnitrificación bacteriana y la reducción anaeróbica a nitrógeno en la interfaz del lodo pueden, además, reducir sustancialmente los niveles de nitrato en los depósitos, ([Brandt et al., 2017](#)).

### **Nitrito**

El nitrito es el estado de oxidación intermedio entre el amoníaco y el nitrato y puede ser formado por reducción de nitratos en condiciones donde hay un déficit de oxígeno. Las aguas superficiales, a menos que estén muy contaminadas con efluentes de aguas residuales, rara vez contienen más de 0.1 mg/l de nitrito como N. Por lo tanto, la presencia de nitritos en las aguas superficiales junto con altos niveles de amoníaco indica contaminación por aguas residuales o efluentes de

aguas residuales. La presencia de nitritos en las aguas subterráneas también puede ser un signo de contaminación de aguas residuales. Por el contrario, puede no tener importancia higiénica ya que los nitratos en aguas subterráneas de buena calidad pueden reducirse a nitrito en condiciones anaeróbicas, especialmente en áreas de arenas ferruginosas. Se sabe que el nuevo ladrillo en los pozos tiene un efecto similar. Las concentraciones de nitrito pueden aumentar en los sistemas de distribución que reciben agua cloraminada, ([Brandt et al., 2017](#)).

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

La DBO es el método usado con mayor frecuencia en el campo de tratamiento de las aguas residuales. Si existe suficiente oxígeno disponible, la descomposición biológica aerobia de un desecho orgánico continuará hasta que el desecho se haya consumido. El período de incubación estándar es de 5 días a 20 °C.

### **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre DBO y DQO. Ello puede ser de gran utilidad puesto que la primera necesita 5 días para ser determinado frente a las tres horas que necesita la DQO para ser determinada. Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros, pueden emplearse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento.

### **Sólidos Suspendidos Totales (SST):**

Indican el contenido de materia en suspensión en las aguas servidas, se consideran sólidos suspendidos aquellos que no pasan a través de un filtro membrana de porosidad de 0,8 [ $\mu\text{m}$ ] o menor. Los sólidos suspendidos se dividen en sólidos volátiles y sólidos fijos.

### **Fósforo total:**

Incluye todas las formas del fósforo, tiene una componente orgánica y una inorgánica, la primera representa un 35% del fósforo total y la segunda un 65% del fósforo total.

## 5.1.9. Determinación Analítica de Parámetros Biológicos

### Determinación Experimental de Carga Bacteriana

Lugar de análisis: Laboratorio Acreditado

Método: NMP

#### **Procedimiento:**

Para la determinación de Coliformes Totales se utilizó volúmenes decrecientes de la muestra, es decir, disoluciones en Prueba Presuntiva y Prueba Confirmativa.

- **Prueba Presuntiva:-** Se realizó en tubos que contiene caldo lauril triptosa con campana de Durham, inoculados con volúmenes de muestra e incubados a 37°C por 18 a 24 horas. Se realizó la lectura de los tubos de gas negativos se reincubaron por 24 horas más.
- **Prueba Confirmativa.-** Se realizó transfiriendo inóculos de los tubos gas positivos (Caldo Lauril Triptosa), a tubos que contienen caldo verde brillante al 2% e incubados a 37°C por 24 horas. Contabilizándose los tubos gases positivos y reincubándose los tubos gas negativos por 24 horas, y de éste considerándose los gases positivos y descargándose los tubos de gas negativo.

#### **Delimitación del área de estudio**

##### **Delimitación de Espacio**

El área de estudio se encuentra ubicado en:

Región : ICA

Departamento : ICA

Provincia : PISCO

Lugar : Humedales PISCO PLAYA

Los límites del distrito son:

- El Norte : Con el distrito del Carmen Chincha
- El Este : Con el distrito Huaytara
- El Sur : El distrito de Salas Guadalupe Ica
- El Oeste : Océano Pacifico

Políticamente, los humedales de esta parte de Pisco Playa se ubican en los distritos de Pisco, San Clemente, San Andrés, Independencia, Humay y Túpac Amaru, ubicados en la provincia de Pisco, en el departamento de Ica.

El 73 % (14.41 km<sup>2</sup>) de los humedales en la parte baja de Pisco se ubican dentro del distrito de San Clemente, como son Caucato, Agua Santa y Boca del rio; seguido de los distritos de independencia con 10.5 % (2.07 km<sup>2</sup>), Humay con 8.7 % (1.72 km<sup>2</sup>) con humedales como Laguna Morón y Costa Rica o La Palma; y Pisco con 6.2 % (1.23 km<sup>2</sup>).

El ámbito del inventario de humedales es la Administración Local de Agua (ALA) Pisco, que tiene un área de 4378 km<sup>2</sup>. Las coordenadas en el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (en inglés Universal Transverse Mercator, UTM) - Datum WGS 84, que encierran el ámbito de la ALA Pisco son:

Este 368 335 m y Norte 8 475 080 m; y Este 495 535 m y Norte 8 576 280 m. Políticamente, dicha ALA, abarca parte de los departamentos de Ica y Huancavelica; específicamente, parte de las provincias de Pisco, en el departamento de Ica, y, Huaytará y Castrovirreyna en el departamento de Huancavelica (Ver Figura 1)

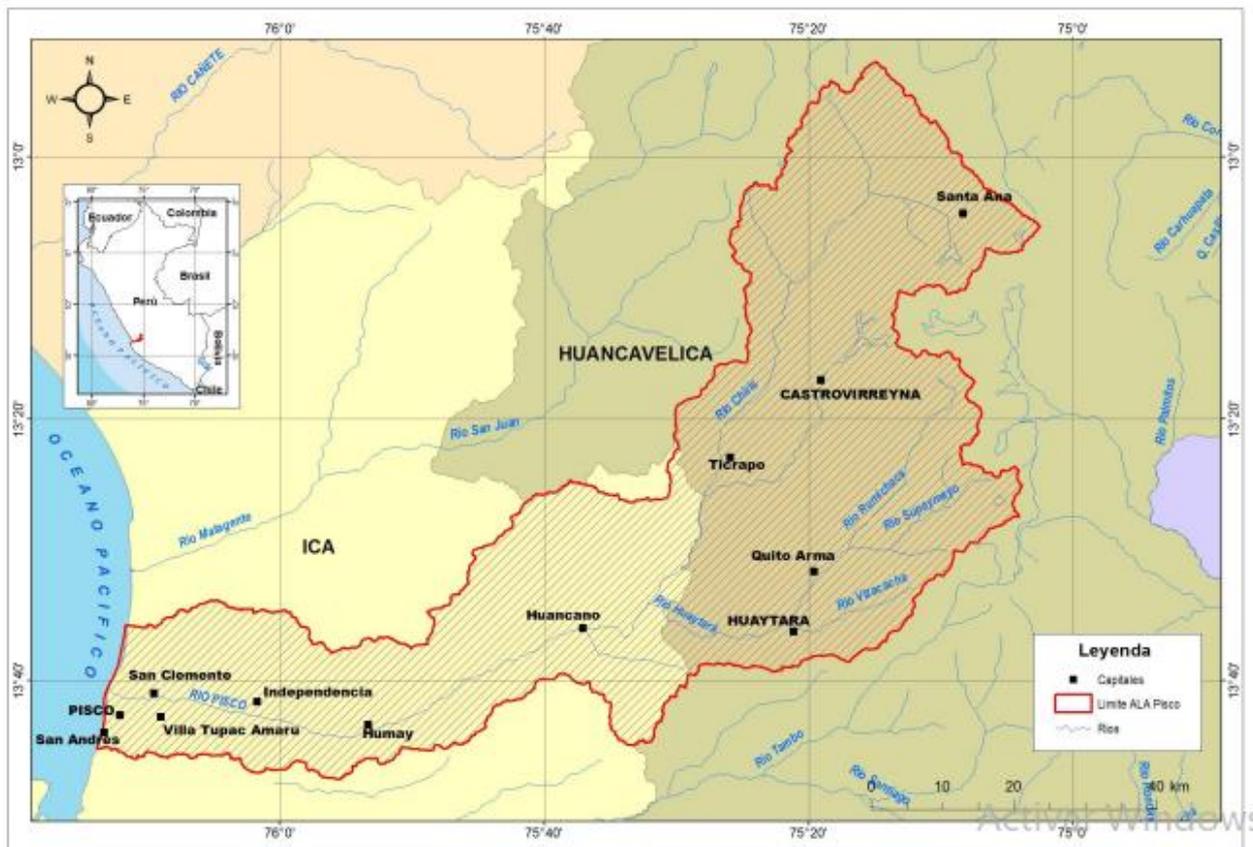


Figura 1. Mapa de ubicación del ámbito del estudio piloto – ALA Pisco

La cuenca del río Pisco, presenta el aspecto típico de una hoya hidrográfica alargada, de fondo profundo y pronunciada pendiente, con una extensión de 4231 km<sup>2</sup>. La parte superior de la cuenca, presenta numerosas lagunas de origen glacial y bofedales, y conforme va descendiendo con dirección al Océano Pacífico, se va encajonando por cerros cuyas cumbres muestran un sostenido y rápido descenso de nivel. Aguas abajo, a la altura de distrito de Humay, en la parte inferior de la cuenca, como resultado de la disminución brusca de la pendiente y de la velocidad del agua, el valle se ensancha notablemente, recibiendo el material aluviónico depositado por el río Pisco y dando lugar a la formación de un cono de deyección el mismo que se extiende hasta el litoral. En la desembocadura del río Pisco se forma un estuario, y otros tipos de humedales costeros como lagunas, pantanos y marismas, que están conectados a los aportes del río Pisco y a las filtraciones o excedentes hídricos provenientes de las zonas agrícolas y a las descargas de aguas subterráneas, que se ubican tanto en la cuenca del río Pisco, como en las dos intercuenas aledañas.

## **Accesibilidad**

Los humedales de Pisco Playa tienen acceso con la ciudad de Ica a través de una carretera asfaltada, y gran parte de ella corresponde a la Panamericana Sur.

Los medios de transportes más comunes están constituidos por vehículos de pasajeros de tipo auto y combis siendo el transporte público con servicio particular para el transporte.

## **Topografía, Clima y Temperatura**

El clima que posee la zona del humedal de Pisco Playa al igual que la provincia de Pisco, es un clima seco y soleado, con sol durante todo el año y precipitaciones pluviales escasas.

Su temperatura media en el invierno es de 10°C, y para el verano es de 27°C, teniendo la máxima temperatura de 32°C y una mínima de 8°C. Con lo que se considera que en el invierno es propio de la región costera del país.

**CAPITULO VI:  
ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

**6.1. Control de parámetros físicos**

En el cuadro N° 6.1 se muestra las estaciones de control de la determinación analítica de los Parámetros Físicos de Campo en las estaciones indicadas muestras tomadas de agua residual de la PTARD San Clemente:

**Cuadro N.-6.1. Puntos de control analítico de parámetros de campo del agua superficial del humedal de pisco playa**

PARAMETRO FISICO	MUESTRAS DE AGUA SUPERFICIAL AS		
	M- 1	M-2	M-3
TURBIDEZ ( U.N.T).	SI	SI	SI
COLOR (U.C.)Pt/Co	SI	SI	SI
CONDUCTIVIDAD(uS/Cm)	SI	SI	SI
TEMPERATURA ( °C)	SI	SI	SI

FUENTE: Elaboración Propia.

**6.2. Resultados de parámetros físicos.**

**Análisis de Indicadores Físicos**

En el cuadro N° 6.2 se muestra los resultados de la determinación analítica de los Parámetros Físicos de Campo en los puntos de muestreo del agua superficial de Pisco Playa.

**CUADRO N.-6.2. Parámetros físicos del agua residual**

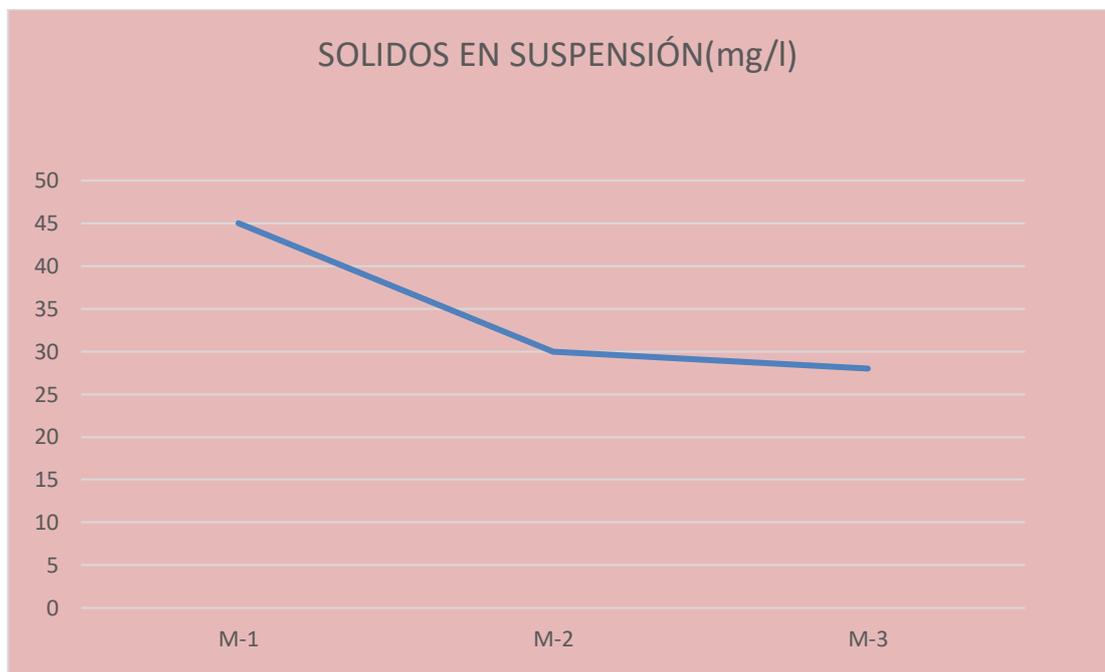
PARAMETRO FISICO	VALOR DETERMINADO		
	AS M-01	AS M-02	AS M-03
SS ( mg/l).	45	30	28
TURBIDEZ ( U.N.T).	5	6	12

COLOR (U.C.)Pt/Co	4	9	9
CONDUCTIVIDAD(uS/Cm)	624	963	1650
TEMPERATURA ( °C)	19.2	20.2	20.5

FUENTE: Elaboración Propia.

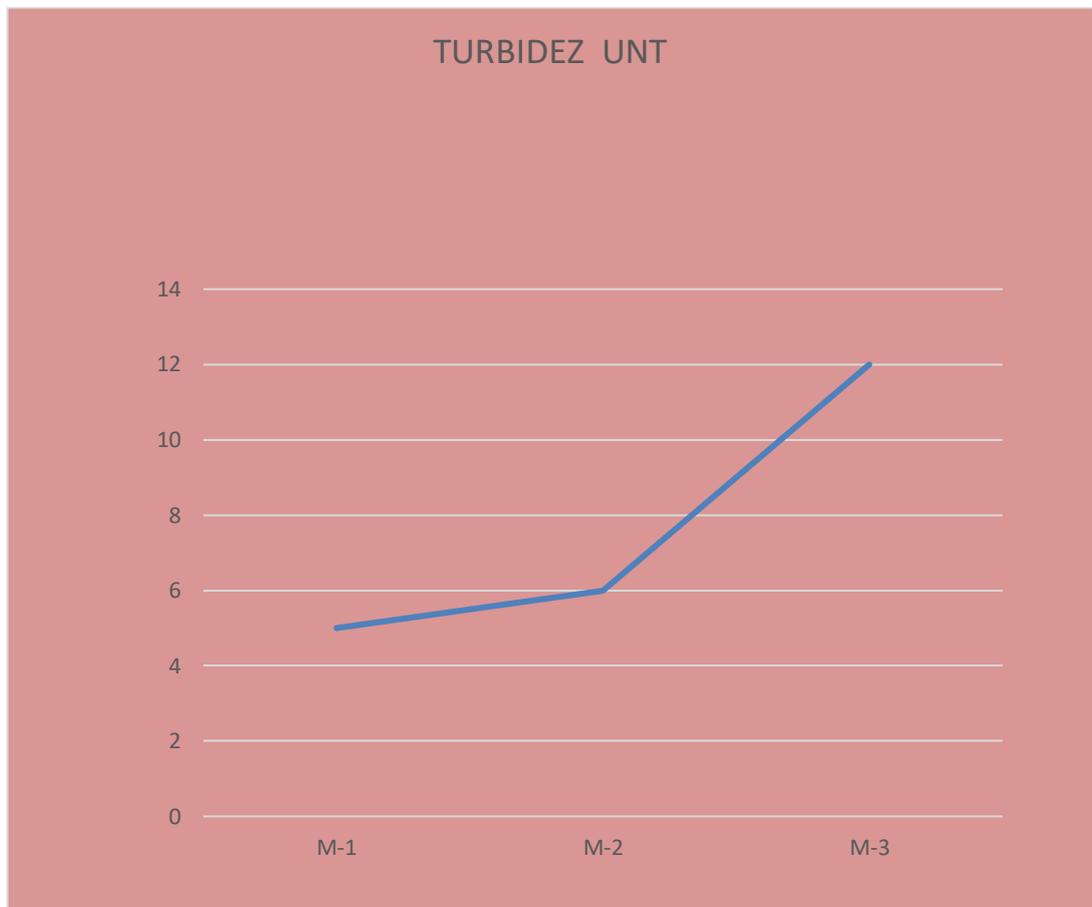
Los resultados de parámetros físicos de campo en las muestras tomadas; en las tres estaciones del agua superficial de Pisco Playa presentan valores para los indicadores más representativos del humedal.

- **Sólidos en suspensión**



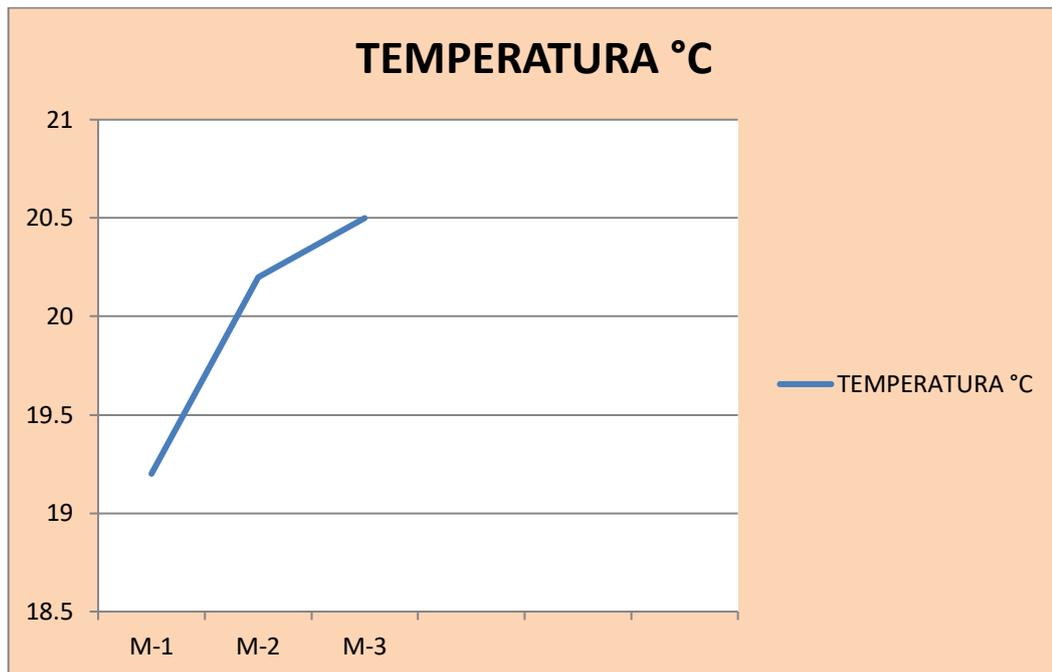
Los sólidos en suspensión en el agua superficial se encuentran en el rango de 45 mg/l en la muestra M- 1 parte alta a 28 gr/l en la parte baja M-3

- **Turbidez**



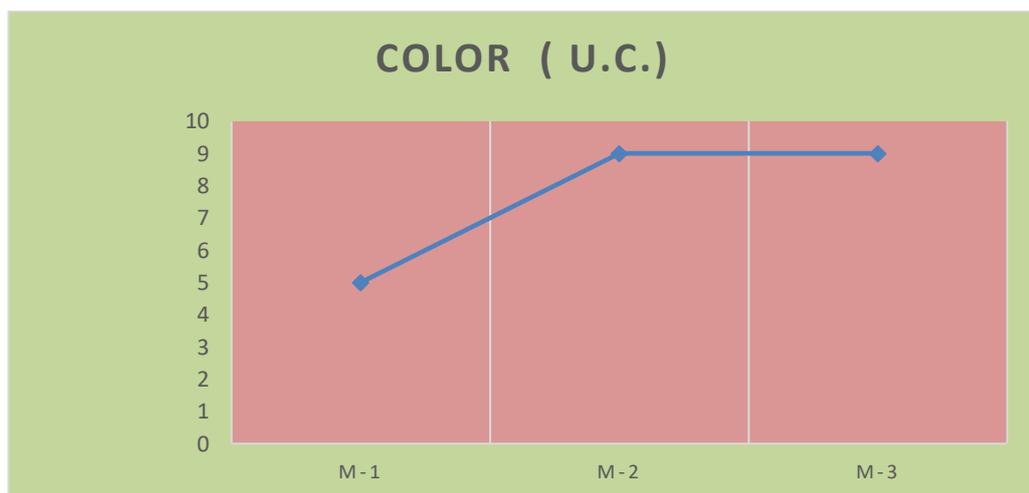
El parámetro de campo de la turbidez de las muestras de agua superficial en el humedal de Pisco Playa está en el rango de 5 a 12 UNT.

- **Temperatura**



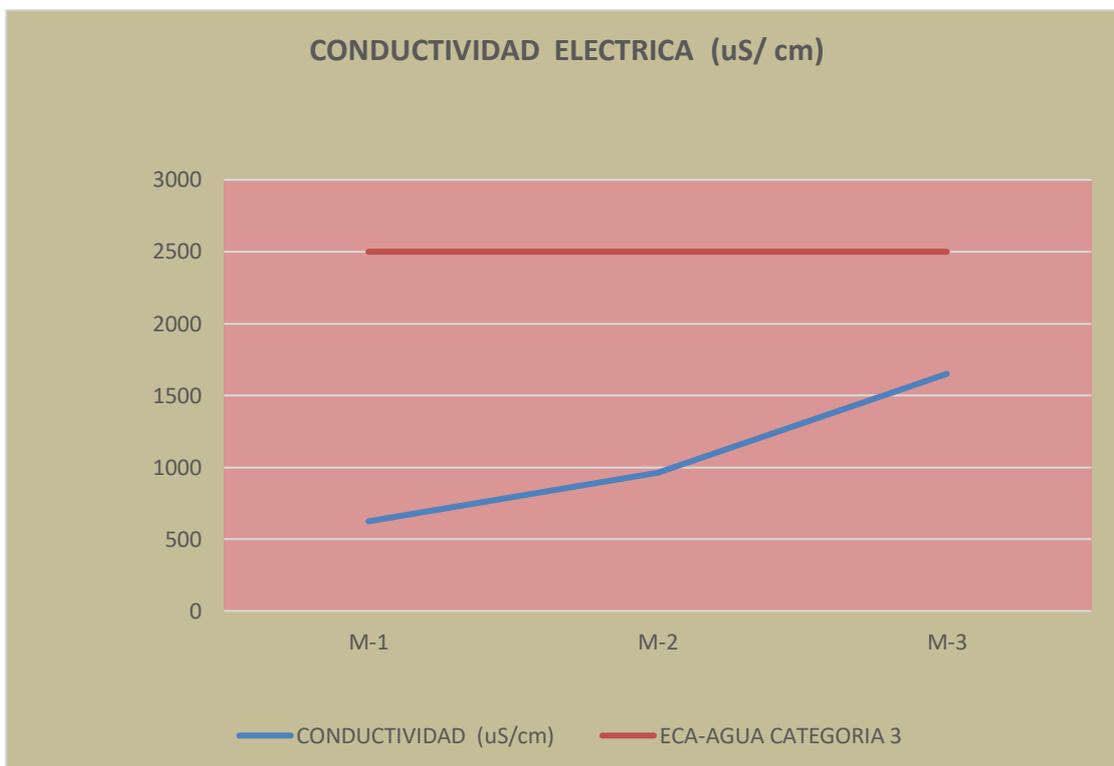
El parámetro de campo temperatura de las muestras de agua superficial en el humedal de Pisco Playa está en el rango de 19 a 20,5 °C

- **Color**



El parámetro de campo color de las muestras de agua superficial en el humedal de Pisco Playa para sus tres estaciones está en el rango de 5 a 9 unidades de color

- **CONDUCTIVIDAD (uS/Cm)**



El parámetro de conductividad eléctrica de las muestras de agua superficial en el humedal de Pisco Playa para sus tres estaciones cumplen con el D,S, N° 004-2017-MINAM categoría 3

### **6.1. Resultados parámetros químicos del agua superficial del humedal.**

Los principales parámetros químicos analizados en 02 muestras del agua superficial en el humedal de Pisco Playa, se presentan en los cuadros de resultados siguientes:

**CUADRO N.-6.3. Resultados de indicadores ambientales parámetros químicos del agua superficial del humedal de pisco playa**

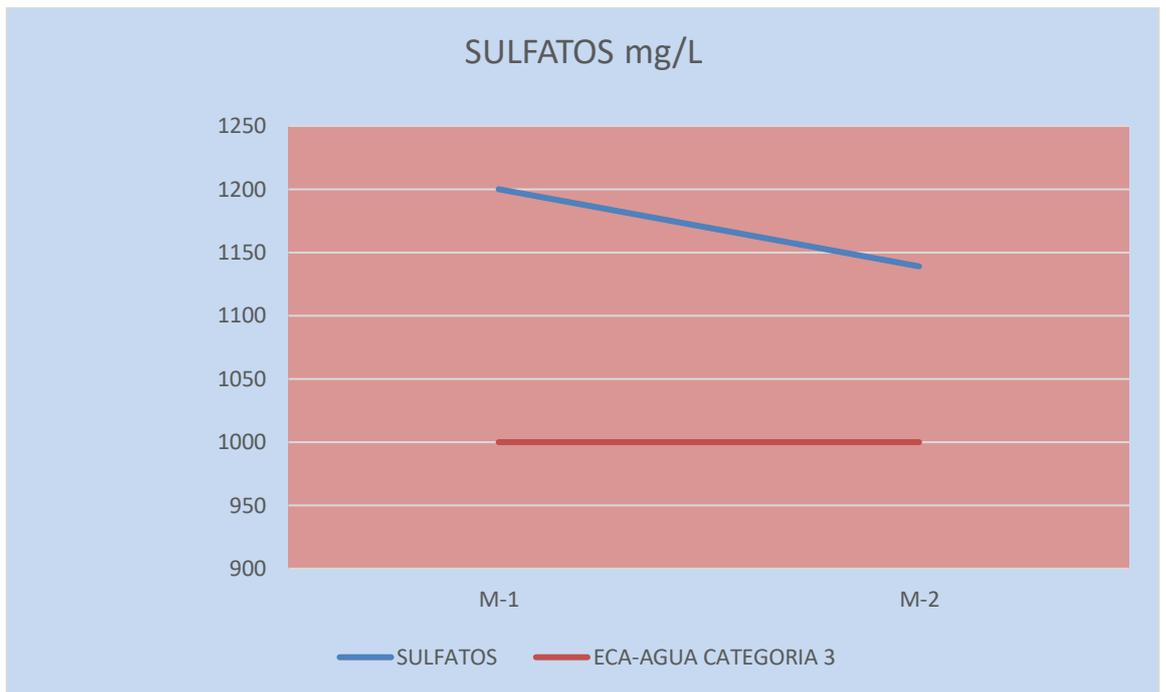
<b>PARÁMETRO QUIMICOS</b>	<b>M-1</b>	<b>ECA AGUA CATEGORIA 3</b>
Sulfatos (ppm).	1200	1000
pH	8.10	6.5 a 8.4
GRASAS Y ACEITES(mg/l)	4	5
Nitratos(ppm)	119	100
DQO(mg/l)	15	40
DBO(mg/l)	225	15
Oxígeno disuelto (mg/l)	4,0	>4

**CUADRO N.-6.4. Resultados de indicadores parámetros químicos del agua superficial del humedal pisco playa.**

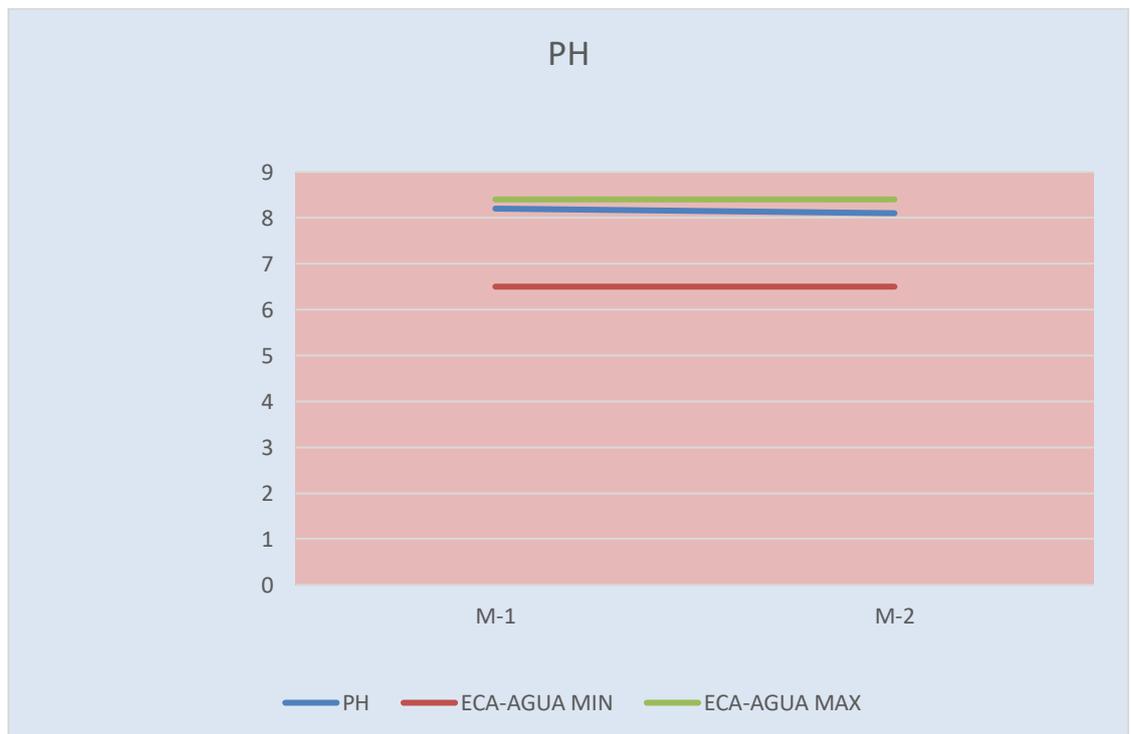
<b>PARÁMETRO QUIMICOS</b>	<b>M-2</b>	<b>ECA AGUA CATEGORIA 3</b>
Sulfatos (ppm).	1139	1000
pH	8.20	6.5 a 8.4
GRASAS Y ACEITES(mg/l)	3	5
Nitratos(ppm)	125	100
DQO(mg/l)	10	40
DBO(mg/l)	243	15
Oxígeno disuelto (mg/l)	4,3	>4

Fuente: Elaboración Propia

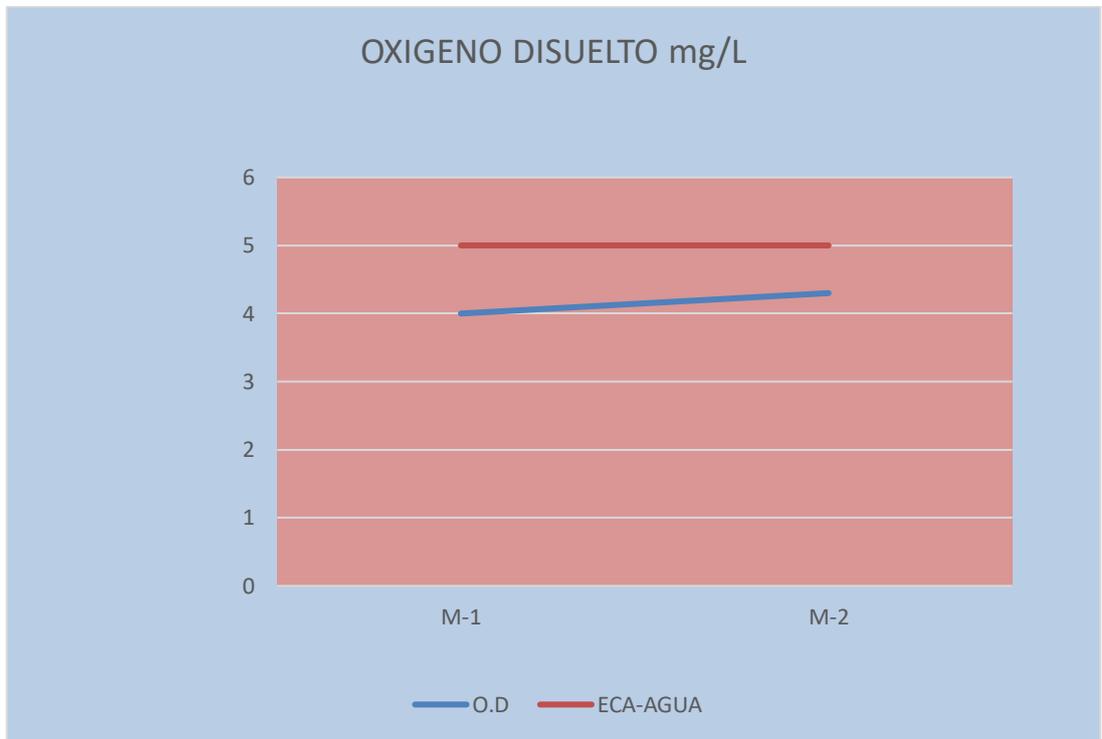
- **Sulfatos**



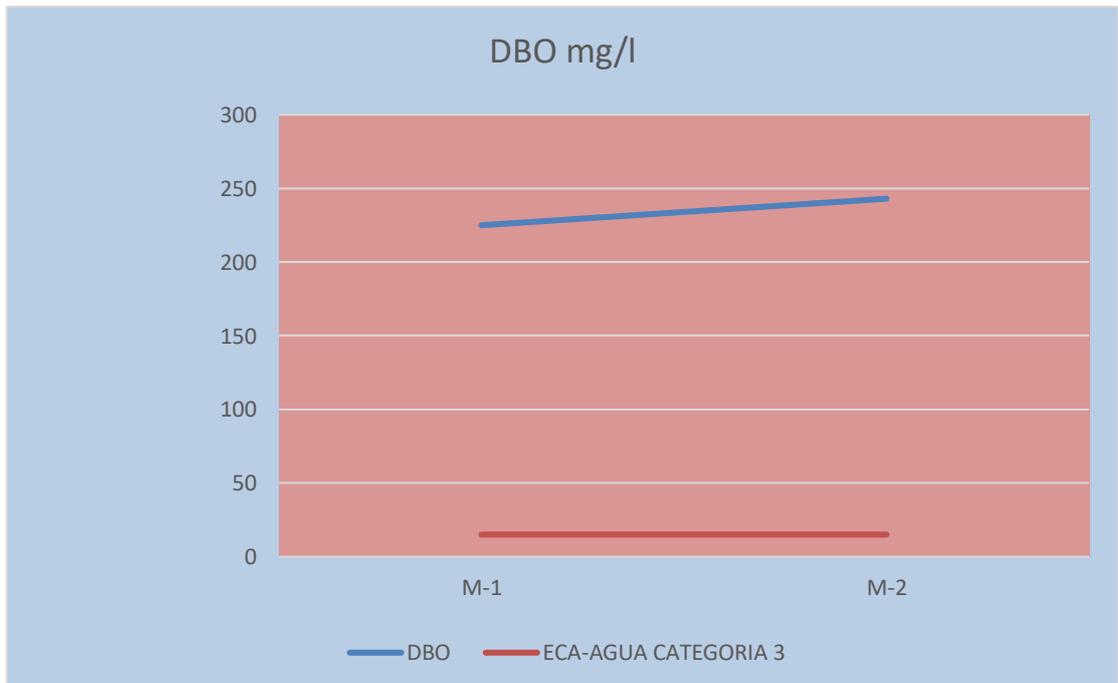
- **PH**



- **Oxígeno disuelto**



- **DBO**



Los resultados de análisis de los parámetros químicos determinados como principales indicadores de contaminación ambiental en el agua superficial del humedal de Pisco Playa.

El agua superficial excede en varios parámetros el **DS N° 04-2017-MINAM** categoría 3 que son los LMPs, cuyos resultados de reporte químico no presenta valores dentro de los límites Máximos permisibles.

## **6.2. Resultados analíticos del agua superficial del humedal parámetros biológicos**

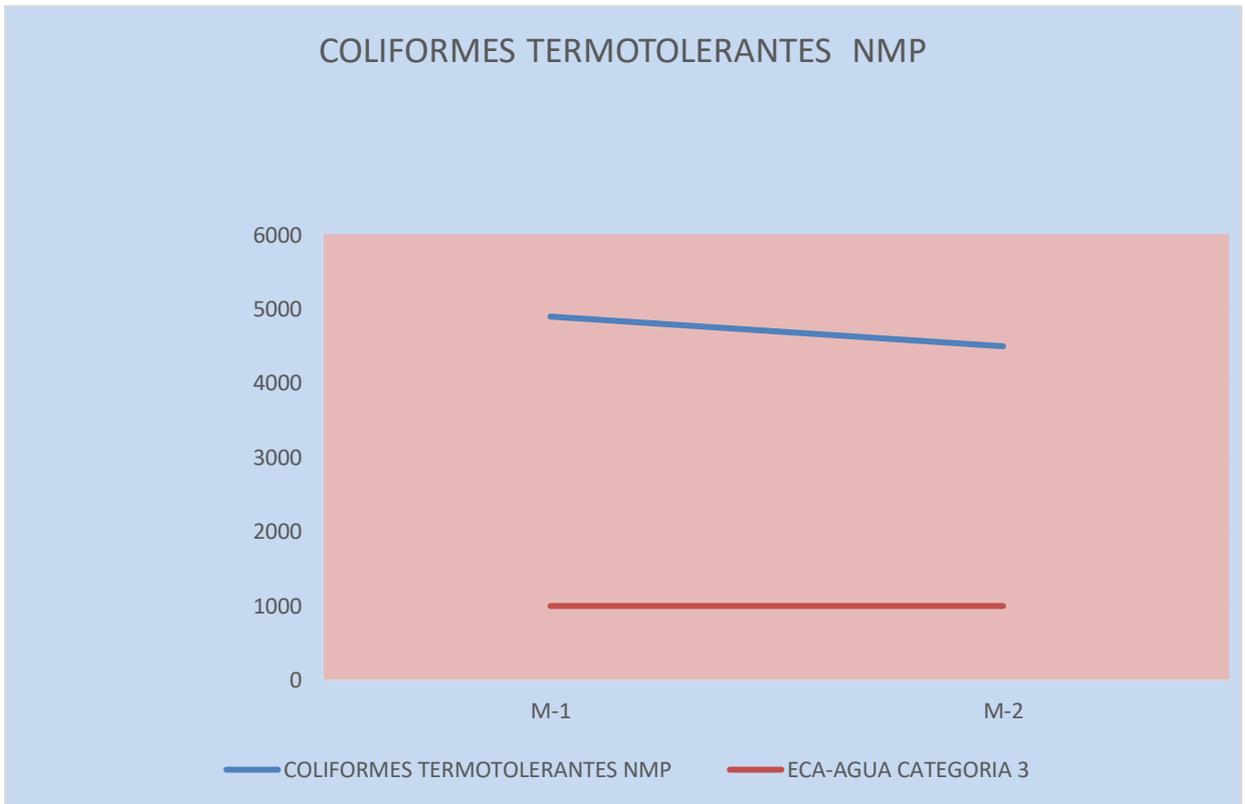
Las evaluaciones de las muestras de agua superficial del humedal de Pisco Playa se muestran en la Tabla siguiente:

**CUADRO N.- 6.5. Resultados de análisis microbiológicos del agua superficial del humedal**

<b>PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO</b>	<b>RESULTADO.</b>		<b>ECA AGUA CATEGORIA 3</b>
	<b>M-1(AS)</b>	<b>M-2(AS)</b>	
Bacterias Coliformes Totales NMP/100ML.	6800	6100	ND
Coliformes Termo Tolerantes NMP/100 ML.	4900	4500	1000

Fuente: Elaboración propia.

- **COLIFORMES TERMOTOLERANTES**



Del análisis y discusión de los resultados de evaluación microbiológica indican que la muestra M-01 y M-02, tienen valores no recomendados para las muestras del agua superficial de humedal de Pisco Playa, cuerpo hídrico que superan los límites recomendados por la Norma Vigente D.S. N° 004-2017-MINAM para la categoría 3.

## CONCLUSIONES

1. De la evaluación y discusión de los resultados en los Parámetros Físicos, de los indicadores de contaminación ambiental evaluados para el agua superficial de Pisco Playa, cumplen con la normativa de los límites Máximos Permisibles del ECA AGUA .categoría 3:Riego de Vegetales considerado en el D.S.N° 04.2017-MINAM.
2. Los indicadores de contaminación ambientales del agua superficial del humedal, en sus parámetros Químicos evaluados presentan valores por encima de los estándares permitidos en el ECA AGUA categoría 3, teniendo una calidad química no aceptable del líquido que fluye por las sangraderas.
3. El parámetro químico del Ph, se encuentra dentro de los estándares para ECA AGUA categoría 3.
4. Del reporte de análisis bacteriológico se concluye que el agua superficial en el Humedal de Pisco Playa presenta valores de 48000 y 56000 bacterias/100ml NMP de presencia de coliformes fecales, incumpliendo la norma vigente del ECA AGUA .categoría 3:Riego de Vegetales considerado en el D.S.N° 04.2017-MINAM

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar un diagnóstico e inventario de los humedales en la provincia de Pisco por ser considerados como ecosistemas frágiles.
2. Elaborar un programa de seguimiento y control de la calidad de los humedales, con fines de conservación y protección de estas áreas importantes para la biodiversidad.
3. Se recomienda realizar investigación sobre temas de biodiversidad del humedal de Pisco, caracterización de las condiciones de línea de base de los componentes bióticos y abióticos

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANDRADE, M., & Gratti, P. (2 de noviembre de 2007). Humedales y desarrollo sostenible: reconsideración de la interpretación ambiental en el estudio de los humedales. Recuperado el 27 de abril de 2015, de [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.734/ev.734.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.734/ev.734.pdf)

ÁVILA DE NAVIA, S. L., TORRES, E., M, S., MEJÍA GRAJALES, Á. M., & MORA VELÁSQUEZ, I. V. (s.f.). bdigital.unal.edu.co. Recuperado el 15 de mayo de 2015, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/37452/1/39270-174702-1-PB.pdf>

BORREGO BURILLO, I. (1997). La calidad de las aguas en los humedales: los indicadores biológicos. *sehumed*, 2. Recuperado el 04 de marzo de 2015, de [http://sehumed.uv.es/revista/SEHUMED\\_01\\_P0301.PD](http://sehumed.uv.es/revista/SEHUMED_01_P0301.PD)

F CASTRO HERNÁNDEZ, F. L., CRUZ RINCÓN, I., & MORENO CELY, L. A. (2005). Evaluación de la calidad del agua y diagnóstico ambiental del humedal Jaboque. *revista udistrital*, Vol. 2(numero 1). Recuperado el 06 de mayo de 2015, de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tecges/issue/view/429>

CELESTINO, O. H. (2014). Inventario de la biodiversidad de aves como indicador de la calidad ambiental del "humedal laguna el ocanal" distrito de villa rica. Recuperado el 23 de marzo de 2015, de [http://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archvos/actividades\\_academicas/INVENTARIO%20DE%20AVES%20DEL%20oconal%20](http://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archvos/actividades_academicas/INVENTARIO%20DE%20AVES%20DEL%20oconal%20)

CERÓN RINCÓN, L., E., & L.M, M. M. (2005). Enzimas del suelo: Indicadores de salud y calidad. *Acta Biológica Colombiana*, 10(1), 5-18. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1677401729?accontid=3621676>

Departamento Académico de Biología, U. N.–P. (11 de octubre de 2005). *scielo.org.pe*. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v4n1-2/a18v4n1-2.pdf>

Bravo, J. y Windevoxhel, N. (1997). Manual para la Identificación y Clasificación de Humedales en Costa Rica. UICN/ORMA: San José.

Brinson, M.M. (1993). A Hydrogeomorphic Classification for Wetlands. U.S. Army

Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS, USA. Technical Report WRP-DE-4, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.

Convención de Ramsar, (2010). Inventario de humedales: Marco de Ramsar para el inventario y la descripción de las características ecológicas de los humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 15. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

Costa, L.T., Farinha, J.C., Tomàs Vives, P. and Hecker, N. (1996). Mediterranean wetland inventory: A reference manual. MedWet Publication. Instituto da Conservacao da Natureza, Lisboa, and Wetlands International, Slimbridge, UK. •

Cowardin, L.M., V. Carter V., F.C. Golet, y E.T. LaRoe. (1979). Classification of Wetlands and Deepwater Habit

J. Sandoval y M. Peña, «Análisis del Desempeño de un Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial en zonas Tropicales Basado en Modelos Hidráulicos y una Cinética de Primer Orden», 2007.

R. M. Agudelo C., «El Agua, Recurso Estratégico del Siglo XXI», *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, pp. 91-102, 2005, [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/120/12023109.pdf>.

MINAM, «Objetivos de Desarrollo Sostenible del Milenio e Indicadores. Ministerio del Ambiente. Dirección General de Investigación e Información.» Lima - Perú, p. 56, 2016, [En línea]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/ODS-FINAL210716.pdf>.

M. Romero, A. Colín, E. Sánchez, y L. Ortíz, «Tratamiento de Aguas Residuales por un Sistema Piloto de Humedales Artificiales: Evaluación de la Remoción de la Carga Orgánica.», *Contam. Ambient.*, vol. 25, n.º 3, pp. 157-167, 2009, [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v25n3/v25n3a4.pdf>.

C. Chibinda, M. Arada, y N. Pérez, «Characterization for physicochemical methods and evaluation of the quantitative impact of the waters of the Well the Limestone Quarryn», *Rev. Cuba. Quím.*, vol. 29, n.º 2, pp. 303-321, 2017, [En línea]. Disponible

en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v29n2/ind10217.pdf>.

J. Martelo y J. Lara, «Floating macrophytes on the wastewater treatment: a state of the art review.», *Ing. y Cienc.*, vol. 8, n.º 15, pp. 221-243, 2012.

V. Fierro y P. Ramirez, «Evaluacion del Proceso de Remocion de Hierro por Medio de la Zeolita Clinoptilolita en el Tratamiento de Aguas Residuales Industriales», FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA, 2016.

M. Campoverde, «Remoción de materia orgánica mediante Chrysopogon Zizanioides en el tratamiento secundario de aguas residuales domesticas de Citrar», UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR, 2017.

E. Kalbali, S. Ziaee, M. M. Najafabadi, y M. Zakerinia, «Approaches to adapting to impacts of climate change in northern Iran: The application of a Hydrogy-Economics model», *J. Clean. Prod.*, vol. 280, p. 124067, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124067.

M. M. Mirzaee, M. ZakeriNia, y M. Farasati, «The effects of phytoremediation of treated urban wastewater on the discharge of surface and subsurface drippers (Case study: Gorgan wastewater treatment plant in northern Iran)», *Clean. Eng. Technol.*, vol. 4, n.º July, p. 100210, 2021, doi: 10.1016/j.clet.2021.100210.

**EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS**  
**VISTA DEL PNORAMICA DEL HUMEDAL**



## PRESENCIA DE COBERTURA VEGETAL EN LOS HUMEDALES



## TOMA DE MUESTRA DE AGUA SUPERFICIAL EN EL HUMEDAL



**AGUA SUPERFICIAL DEL HUMEDAL CANAL DE TIERRA (DREN DE  
FLUJO)**







## TIPOS DE HUMEDALES EN PISCO



Humedal costero: Estuario



Humedal costero: Laguna



Humedal costero: Oasis



Humedal costero: Pantano



Humedal andino: Bofedal



Humedal andino: Laguna



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

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

“EVALUACION DE LOS INDICADORES DE CONTAMINACION AMBIENTAL DEL AGUA SUPERFICIAL DEL ECOSISTEMA DEL HUMEDAL DE PISCO PLAYA EN LA PROVINCIA DE PISCO 2020”

Presentado por:

Liliam Johana SALDAÑA CASTILLON.

ROL DEL AUTOR del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es PORCENTAJE DE SIMILITUD del 13 % por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

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

Ica, 19 junio de 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA DE SPA"  
FACULTAD DE ING. AMB. Y SANITARIO - UNIDAD DE INVESTIGACION  
Dr. Jaime Martínez Hernández  
DIRECTOR