



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**PROPUESTA DEL DESARROLLO ECOSOSTENIBLE DE LAS
ISLAS FLOTANTES DE TITINO GRANDE Y NUEVO AMANECER
DE LA RESERVA NACIONAL DEL TITICACA**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. IDENE ASQUI MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2019



DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haber permitido el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Mauro Asqui Gómez y Sofia Mamani Pérez, por ser ejemplo de perseverancia constante para salir adelante, por ser el pilar más importante en mi vida y por demostrarme siempre su amor, cariño y su apoyo incondicional en cada una de mis decisiones.

A mi tía Reyna Asqui, a quien quiero como a una madre, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mis hermanos Brayán y Vanne, por su cariño y constante apoyo.

Idene Asqui



AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo, agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mí querida Universidad Nacional del Altiplano, que es nuestra alma mater, especialmente a los docentes de la facultad de Ingeniería Agrícola por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi preparación profesional.

Agradezco a mi director de tesis M.Sc. Alberto Choquecota Riva, por la dedicación y apoyo que ha brindado en la investigación, por la dirección y el rigor que me ha facilitado, gracias por la confianza ofrecida desde que llegué a esta facultad.

Agradezco a mi presidente de tesis Dr.Sc. Germán Belizario Quispe, quien con su experiencia, conocimiento, motivación y atención a mis consultas me orientó en la investigación de la presente tesis.

A la Reserva Nacional del Titicaca al Ing. Víctor Apaza jefe de la RNT por permitirme este trabajo, para seguir investigando y crecer profesionalmente y por su apoyo incondicional al Lic. David Pineda.

Mi agradecimiento a toda mi familia, quienes creyeron siempre en mí, dándome sabios consejos de superación, humildad y sacrificio y enseñarme a valor las cosas.

A mis amigos que de una u otra manera me brindaron su colaboración y se involucraron en este proyecto de tesis.

Idene Asqui



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN13

ABSTRACT.....14

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES.....15

1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA16

1.2.1 Interrogante general..... 17

1.2.2 Interrogantes específicas 17

1.3 OBJETIVOS18

1.3.1 Objetivos generales..... 18

1.3.2 Objetivos específicos. 18

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL LAGO TITICACA.....19

2.1.1 Reserva Nacional del Titicaca. 19

2.1.2 Objetivos de creación.....20

2.1.3 Residuos sólidos. 20

2.1.4 Clasificación de residuos sólidos.....21

2.1.5 En función a su gestión..... 22

2.1.6 Finalidad de la gestión integral de los residuos sólidos.....23

2.1.7 Lineamientos de la gestión integral de residuos sólidos..... 23

2.1.8 Las operaciones y procesos de los residuos. 24

2.1.9 Instrumentos para el uso eficiente de materiales y la gestión de residuos
sólidos. 26

2.1.10 Efectos de residuos sólidos en el ambiente.....27



2.1.11	Toma de muestra de residuos sólidos.	28
2.1.12	Numero de muestras.	28
2.1.13	Generación de per-cápita (GPC) de residuos sólidos.	28
2.1.14	Plan nacional de gestión integral de residuos sólidos y objetivos de desarrollo sostenible.	29
2.2	DESARROLLO SOSTENIBLE	30
2.2.1	Sostenibilidad ambiental.	30
2.2.2	Características de un desarrollo sostenible.	30
2.3	EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA	31
2.3.1	Evaluación.....	31
2.3.2	Evaluación de la calidad de agua.....	32
2.3.3	Parámetros de calidad de agua.	32
2.3.4	Características físicas, químicas y biológicas	33
2.3.5	Características químicas.....	34
CAPITULO III		
MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	37
3.1.1	Tipo de estudio	38
3.1.2	Cálculo de población proyectada	38
3.1.3	Cálculo de residuos sólidos generados en una población proyectada.	38
3.1.4	Materiales y equipos.	39
3.1.5	Equipos de protección personal e indumentaria.....	39
3.1.6	Caracterización de residuos sólidos.....	40
3.1.7	Recolección de residuos sólidos.....	40
3.1.8	Pesaje de residuos sólidos.	41
3.1.9	Fase de campo para muestreo de calidad de agua.	42
3.1.10	Fase de laboratorio.....	46
3.1.11	Análisis físico y químico.	46
3.1.12	Etapas de investigación.....	47



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS ISLAS FLOTANTES DE TITINO GRANDE Y NUEVO AMANECER	48
4.1.1 Generación de per-cápita de residuos sólidos en las islas de flotantes de Titino Grande y Nuevo Amanecer	52
4.1.2 Clasificación de residuos sólidos.....	53
4.1.3 Población y producción total anual de residuos sólidos proyectada a 10 años	55
4.1.4 Población y producción total anual de residuos orgánicos proyectada a 10 años.....	56
4.1.5 Población y producción total anual de residuos inorgánicos proyectada a 10 años.	57
4.1.6 Población y producción total anual de material reciclable proyectada a 10 años.....	58
4.2 EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA	60
4.2.1 Evaluación técnica situacional de la calidad de agua.	60
4.2.2 Resultados de la evaluación técnica situacional.....	60
4.2.3 Evaluación de resultados recolectados de campo.....	61
4.2.4 Evaluación de resultados analizados en laboratorio.	64
4.3 PROPUESTA TECNOLÓGICA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA....	66
4.3.1 Biodigestor anaeróbico autolimpiable.	67
4.3.2 Diseño del biodigestor	69
V. CONCLUSIONES	73
VI. RECOMENDACIONES	74
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS.....	80

Área: Ingeniería y Tecnología

Línea: Ordenamiento territorial y Medio Ambiente

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 11 de noviembre 2019.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Pilares claves para desarrollo sostenible.....	31
Figura 2.	Ubicación de las islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer.	37
Figura 3.	Recolección de residuos sólidos.....	41
Figura 4.	Pesaje de residuos sólidos.	42
Figura 5.	Multiparamétrico para calidad de agua gama ODEÓN.....	43
Figura 6.	Medición de parámetros con multiparamétrico gama ODEÓN.....	43
Figura 7.	Frascos de vidrio de boca ancha de (1000 ml).....	44
Figura 8.	Sumergiendo los frascos de vidrio.	44
Figura 9.	Retirado de frasco de vidrio.....	45
Figura 10.	Rotulado de frascos de vidrio.....	45
Figura 11.	Traslado de muestras en cooler para su conservación.	46
Figura 12.	Porcentaje, primera recolección de residuos isla Titino Grande.....	49
Figura 13.	Porcentaje, segunda recolección de residuos isla Titino Grande.	50
Figura 14.	Porcentaje, primera recolección de residuos isla Nuevo Amanecer.....	51
Figura 15.	Porcentaje, segunda recolección de residuos isla Nuevo Amanecer.....	52
Figura 16.	Producción total anual de residuos sólidos estimada a 10 años.....	55
Figura 17.	Producción total anual de residuos orgánicos proyectada a 10 años.....	56
Figura 18.	Producción total anual de residuos inorgánicos proyectados a 10 años. ..	57
Figura 19.	Producción de material reciclable proyectada a 10 años.	59



Figura 20.	Dimensiones de biodigestor (m).....	70
Figura 21.	Dimensiones de tanque séptico (m).....	71
Figura 22.	Registro de lodos con biodigestor	72
Figura 23.	Zona de investigación.....	80
Figura 24.	Reconocimiento del área de trabajo en residuos sólidos.	80
Figura 25.	Residuos sólidos a la intemperie.	81
Figura 26.	Residuos sólidos a la intemperie.	81
Figura 27.	Visita de campo, zona de investigación.....	82
Figura 28.	Sensibilización con respecto al manejo de residuos sólidos.....	82
Figura 29.	Recolección de residuos sólidos - Isla Nuevo Amanecer.....	83
Figura 30.	Recolección de residuos sólidos - Isla Titino Grande.....	83
Figura 31.	Separación de residuos.....	84
Figura 32.	Pesaje de residuos sólidos -Isla Nuevo Amanecer	84
Figura 33.	Pesaje de residuos sólidos - Isla Titino Grande.....	85
Figura 34.	Residuos sólidos recolectados.....	85
Figura 35.	Lectura “in situ” de parámetros con multiparamétrico.....	86
Figura 36.	Lectura “in situ” parámetros a 200 m. de isla.....	86
Figura 37.	Recojo de muestra de calidad de agua.....	87
Figura 38.	Retirado de muestra de agua en envase	87



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tipos de residuos sólidos domiciliarios.	22
Tabla 2.	Parámetros de calidad de agua.....	33
Tabla 3.	Ubicación geográfica del área de estudio.....	37
Tabla 4.	Materiales y equipos utilizados en la caracterización de residuos sólidos y calidad de agua	39
Tabla 5.	Equipos de protección personal en la caracterización de residuos sólidos y calidad de agua	40
Tabla 6.	Producción total (kg) de residuos sólidos en las islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer.	48
Tabla 7.	Total (kg) y en (%) de residuos sólidos recolectados en las islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer.....	49
Tabla 8.	Clasificación de residuos sólidos de islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer	53
Tabla 9.	Análisis del material reciclable en %	54
Tabla 10.	Cantidad de residuos sólidos totales generados proyectada a 10 años.....	55
Tabla 11.	Producción total anual de residuos orgánicos proyectados a 10 años.....	56
Tabla 12.	Producción total anual de residuos inorgánicos proyectados a 10 años....	57
Tabla 13.	Producción total anual de materiales reciclables proyectada a 10 años....	58
Tabla 14.	Muestreo de la calidad de agua con el multiparámetro para medición de los parámetros pH, T°, oxígeno disuelto, conductividad.....	60



Tabla 15.	Muestreo de la calidad de agua con el multiparámetro para medición de los parámetros pH, T°, oxígeno disuelto, conductividad.....	61
Tabla 16.	Comparación de los parámetros evaluados en campo, con (ECA) para agua, establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM en la categoría 4: Conservación del ambiente acuático de la subcategoría E1.....	61
Tabla 17.	Comparación de parámetros evaluados en campo, con el (ECA) para agua, establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM en la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático de la subcategoría E1.	62
Tabla18.	Resumen de muestras de laboratorio de parámetros fisicoquímico y bacteriológico de las islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer	63
Tabla 19.	Comparación de los parámetros con el (ECA) para agua establecidos por el DS. N° 004-2017-MINAM en la categoría 4. Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1: Lagos y lagunas.....	64
Tabla 20.	Comparación de los parámetros con (ECA) para agua establecidos por el DS. N° 004-2017-MINAM en la categoría 4. Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1: Lagos y lagunas.....	65
Tabla 21.	Tiempo de digestión de lodos con temperatura.	68
Tabla 22.	Especificaciones técnicas para el diseño de un biodigestor.	69



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ANA	: Autoridad Nacional del Agua.
ANP	: Áreas Naturales Protegidas.
CAN	: Comunidad Andina.
DBO5	: Demanda bioquímica de oxígeno.
DIGESA	: Dirección General de Salud Ambiental.
DQO	: Demanda química de oxígeno.
DS	: Decreto Supremo.
ECA	: Estándar de Calidad Ambiental.
EC-RS	: Empresa comercializadora de residuos sólidos.
EPS – RS	: Empresa prestadora de servicios de residuos sólidos.
GEI	: Gases de efecto invernadero
GPS	: Sistema de posición global.
HAPE o PEAD	: Polietileno de alta densidad.
LAPE- PEBD	: Polietileno de baja densidad.
LMP	: Límites Máximos Permisibles.
MINAM	: Ministerio del Ambiente.
N	: Nitrógeno.
ODS	: Objetivos de desarrollo sostenible
OD	: Oxígeno Disuelto
OEFA	: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.



PET	: Polietileno tereftalato.
pH	: Potencial de Hidrogeno.
PLANAA	: Plan Nacional de Acción Ambiental
PLANRES	: Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos
PP	: Polipropileno.
PPC	: Producción per-cápita.
PS	: Poliestireno.
PVC	: Policloruro de vinilo.
RNT	: Reserva Nacional del Titicaca.
RRSS	: Residuos sólidos
SERNANP	: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
T°	: Temperatura.
TRH	: Tiempo de retención hidráulico
UTM	: Global Positioning System.
UV	: Ultra violeta.
ISA	: Índice de Sostenibilidad Ambiental.



RESUMEN

Las islas flotantes de Titino Grande y Nuevo Amanecer ubicadas en la localidad de Khapi, distrito de Huata, provincia de Puno. Siendo este, parte de la Reserva Nacional del Titicaca, el cual es vulnerable al vertimiento de aguas residuales sin previo tratamiento y la generación irresponsable de residuos sólidos. En la caracterización de residuos sólidos, se obtuvo un total de 159.95 kg de residuos sólidos, residuos orgánicos 75.75 kg, residuos inorgánicos 84.20 kg y generación per cápita 0.266 kg/hab/día. En la evaluación de calidad de agua, parámetros evaluados, físico y químico, se determinó que: el potencial de hidrogeno (pH) oscilan entre 7.98 a 8.68 y oxígeno disuelto 6.67 a 7.55 mg/L estos parámetros se encuentran dentro del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para agua (ECA), de categoría 4: Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1: lagos y lagunas. Los parámetros DBO₅ varía entre 9.60 a 17.6 mg/L y fósforo total 1.03 a 2.05 mg/L, datos que excedieron superlativamente el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para agua. Finalmente, se propone la instalación tecnológica de biodigestores para el tratamiento de aguas residuales domésticas y se plantea posibles alternativas de solución en el manejo adecuado de residuos sólidos, almacenamiento, reciclaje, reutilización y la disposición final de los mismos.

Palabras Clave: Calidad de agua, calidad de vida, desarrollo ecosostenible, residuos sólidos, reserva nacional del Titicaca.



ABSTRACT

The floating islands Titino Grande and Nuevo Amanecer located in Khapi village, Huata district, Puno province. They are part of the Titicaca National Reserve, which is vulnerable to the discharge of wastewater without prior treatment and the irresponsible generation of solid waste, in the solid waste characterization have been carried out, a total of 159.95 kg solid waste was obtained, organic waste 75.75 kg, inorganic waste 84.20 kg and generation per capita 0.266 kg/hab/day. The evaluation of water quality, evaluated parameters, physical and chemical, it was determined that: the potential of hydrogen (pH) range from 7.98 to 8.68 and dissolved oxygen 6.67 to 7.55 mg/L these parameters are within the National Quality Standard Environmental for water (QSE), category 4: Conservation of the aquatic environment, subcategory E1: lakes and lagoons. The BODs parameters vary between 9.60 to 17.6 mg/L y total phosphorus 1.03 to 2.05 mg/L, data that exceeded the National Environmental Quality Standard for water superlatively. Finally, the technological installation of biodigesters for treatment of domestic wastewater is proposed and possible alternative solutions in the proper management of solid waste, storage, recycling, reuse and their final disposition.

Keywords: Water quality, quality of life, eco-sustainable development, solid waste, Titicaca National Reserve.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La generación de los residuos sólidos y aguas residuales, podría no solo dar lugar a la contaminación del agua sino también a una emergencia sanitaria, además, podría provocar la contaminación del lago Titicaca, con una serie de efectos ambientales negativos, ya que las aguas residuales domesticas son vertidas directamente al lago sin ningún tratamiento, esto hace que el agua se llene de bacterias y los residuos sólidos de la misma manera son arrojadas en los cuerpos de agua y dentro de los totorales debido a la falta de un lugar adecuado para la disposición segura de los desechos.

Para ello en la presente investigación se plantea realizar la propuesta para del desarrollo ecosostenible, con el cual se busca principalmente mejorar la calidad de vida de los habitantes de las islas Titino Grande y Nuevo Amanecer que se encuentran dentro de la Reserva Nacional del Titicaca.

Para el desarrollo de la investigación tipo descriptiva y aplicativo, se considera caracterización de residuos sólidos y la evaluación de calidad de agua.

Para la propuesta del desarrollo ecosostenible se plantea las posibles alternativas de solución en el manejo adecuado de los residuos sólidos de almacenamiento para determinar un reciclaje, reutilización y la disposición final de los mismos, de esta manera evitar el deterioro de los recursos naturales de la Reserva Nacional del Titicaca. Para la evaluación de calidad de agua se plantea el diseño de tecnología convencional modificada de tipo biológico.



1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo de investigación se plantea la problemática a consecuencia del vertimiento de aguas residuales domesticas en los cuerpos receptores del lago Titicaca sin ningún previo tratamiento, el cual viene afectando el ecosistema de la flora, fauna acuática, de la misma manera la generación y manejo inadecuado de residuos sólidos, siendo abandonados y encontrados al interior de los totorales, lo cual conduce a la contaminación del ecosistema, debido a la falta de un lugar adecuado para la disposición final (Huaquisto, Belizario, & Tudela, 2020) segura de los desechos, una situación que resulta de una política inadecuada para el manejo de residuos sólidos.

Según Limachi (2015), asegura que los residuos sólidos son los desperdicios generados por las actividades del hombre, es decir, son aquellos materiales que resultan de procesos de producción y consumo, cuyo poseedor ya no considera de valor y desecha como basura, puesto que donde quiera que el ser humano viva, trabaje, descansa, se divierta o desarrolle cualquier actividad se producirán residuos y cuando las personas comparten un mismo espacio, como lo que ocurre en el Perú, las cantidades de residuos sólidos pueden llegar a convertirse en una amenaza para el ambiente y para la salud de los habitantes, sino se cuenta con un adecuado sistema de manejo y eliminación de los residuos sólidos.

Según Suca (2014), ostenta que la generación de residuos sólidos es el inicio de la cadena del problema para nuestra sociedad, pues este empieza desde el momento en que el habitante se preocupa solamente en deshacerse de ello, sin preocuparse en lo más mínimo del destino que le espera y de las consecuencias que traerá a la salud humana y al medio ambiente en un futuro y afectando a las futuras generaciones.



Según Hallasi (2018), las fuentes de agua superficial son eje de desarrollo de los seres humanos que permiten el abastecimiento para las diferentes actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos poblacionales como es el caso de los Uros del lago Titicaca; no obstante, de forma paradójica muchas de estas actividades causan alteración y deterioro de las mismas. En general, las aguas superficiales están sometidas a contaminación natural (arrastre de material particulado y disuelto y presencia de materia orgánica natural) y de origen antrópico (descargas de aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, entre otros).

1.2.1 Interrogante general

- ¿Cómo al realizar la propuesta del desarrollo ecosostenible mejorara la calidad de vida de los habitantes de las islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer que se encuentran dentro de la Reserva Nacional del Titicaca?

1.2.2 Interrogantes específicas

- ¿Cuánto es la cantidad de residuos sólidos que se generan en las islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer que se encuentran dentro de la Reserva Nacional del Titicaca?
- ¿Cómo es la calidad de agua entorno a las islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer que están dentro de la Reserva Nacional del Titicaca?
- ¿De qué manera se puede mejorar la calidad de vida de los habitantes con la propuesta de posibles alternativas del desarrollo ecosostenible en las islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer que se encuentran dentro de la Reserva Nacional del Titicaca?



1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivos generales.

- Realizar la propuesta de desarrollo ecosostenible para mejorar la calidad de vida de sus habitantes en las islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer que se encuentran dentro de la Reserva Nacional del Titicaca – Puno.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Determinar la cantidad de residuos sólidos generados en las islas Titino grande y Nuevo Amanecer que están dentro de la Reserva Nacional del Titicaca (RNT).
- Determinar la calidad de las aguas entorno a las islas Titino grande y Nuevo Amanecer que están dentro de la Reserva Nacional del Titicaca (RNT).
- Proponer posibles alternativas de desarrollo ecosostenible en las islas flotantes de Titino Grande y Nuevo Amanecer, que pueda mejorar la calidad de vida de los pobladores.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL LAGO TITICACA

Para Sanizo (2015), refiere que el lago Titicaca es un cuerpo de agua ubicado en la meseta del Collao en los Andes Centrales a una altitud promedio de 3812 msnm entre los territorios de Bolivia y Perú. Posee un área de 8562 km² de los cuales el 56% (4772 km²) corresponden a Perú y el 44% (3.790 km²) a Bolivia y 1125 km de costa; su profundidad máxima se estima en 281 m y se calcula su profundidad media en 107 m. Su nivel es irregular y aumenta durante el verano austral.

Está formado por dos cuerpos de agua separados por el estrecho de Tiquina; el más grande situado al norte es denominado lago Mayor o Chucuito tiene una superficie de 6450 km², estando en esta parte su mayor profundidad (283 m), cerca de la isla Soto. El otro cuerpo más pequeño llamado Menor o Huiñamarca situado al sur tiene una superficie de 2112 km², con una profundidad máxima de 45 metros (PCM, 2014).

2.1.1 Reserva Nacional del Titicaca.

Según MINAM (2014), ostenta lo siguiente, la Reserva Nacional del Titicaca (RNT), está ubicada en las aguas continentales del lago Titicaca, en las inmediaciones de las provincias de Puno y Huancané del departamento de Puno, a una altitud promedio de 3,810 m.s.n.m. Tiene una extensión de 36,180 hectáreas. Su presencia busca conservar la flora y fauna silvestre del lago Titicaca, apoyar al desarrollo socioeconómico de la región y mantener las tradiciones culturales de las poblaciones humanas que habitan las inmediaciones del lago.



2.1.2 Objetivos de creación.

Según Arteta (2012), la Reserva Nacional del Titicaca, fue creada para cumplir los siguientes objetivos:

- Conservar la flora y fauna silvestre del lago Titicaca.
- Apoyar el desarrollo socioeconómico de las poblaciones humanas que habitan las inmediaciones de la reserva
- Fomentar la recreación en la naturaleza.
- Mantener las tradiciones culturales de los grupos humanos que habitan en las inmediaciones de la reserva.

2.1.3 Residuos sólidos.

Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales. En otras palabras, residuos sólidos son todas aquellas sustancias o productos que ya no necesitamos pero que algunas veces pueden ser aprovechados (MINAM, 2016).

Según OEFA (2013), los residuos sólidos son sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido, desechados por su generador. Se entiende por generador a aquella persona que en razón de sus actividades produce residuos sólidos.

La gestión de los residuos sólidos tiene como finalidad su manejo integral y sostenible, mediante la articulación, integración y compatibilización de las políticas, planes y acciones, regido por los lineamientos de políticas exigibles programáticamente,



en función de las posibilidades económicas y técnicas para alcanzar su cumplimiento (MINAM, 2014).

2.1.4 Clasificación de residuos sólidos.

2.1.4.1 Por su Origen.

a) Residuos domiciliarios.

Según Domínguez y Flores (2016), explica que son actividades realizadas en los domicilios ya sean domésticas entre ellos comprenden los restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares.

A continuación, se muestra una tabla que detalla ejemplos de diferentes tipos de residuos sólidos domiciliarios:

Tabla 1. Tipos de residuos sólidos domiciliarios.

Tipo	Ejemplos
Orgánicos	Restos putrescibles, como restos vegetales, provenientes generalmente de la cocina, como cáscaras de frutas y verduras. También los excrementos de animales menores.
Papel	Hojas de cuadernos, revistas, periódicos, libros
Cartón	Cajas, sean gruesas o delgadas
Plástico	Existe una gran diversidad de plásticos, los cuales se encuentran agrupados en siete tipos: <ul style="list-style-type: none">• PET (polietileno tereftalato): botellas transparentes de gaseosas, cosméticos, empaques de electrónicos.• HDPE o PEAD (polietileno de alta densidad): botellas de champú, botellas de yogur, baldes de pintura, bolsas de electrónicos, jabas de cerveza, bateas y tinas.• PVC (cloruro de polivinilo): tubos, botellas de aceite, aislantes eléctricos, pelotas, suela de zapatillas, botas, etc.• LDPE - PEBD (polietileno de baja densidad): bolsas, botellas de jarabes y pomos de cremas, bolsas de suero, bolsas de leche, etiquetas de gaseosas, bateas y tinas.
	• PP (polipropileno): empaques de alimentos (fideos y galletas), tapas para baldes de pintura, tapas de gaseosas, estuches negros de discos compactos.
	• PS (poliestireno): juguetes, jeringas, cucharitas transparentes, vasos de tecnopor, cuchillas de afeitar, platos descartables (blancos y quebradizos), casetes.
	• ABS (poliuretano, policarbonato, poliamida): discos compactos, baquelita, micas, carcasas electrónicas (computadoras y celulares), juguetes, piezas de acabado en muebles.
Fill	Envolturas de snack, golosinas
Vidrio	Botellas transparentes, ámbar, verde y azul, vidrio de ventanas.
Metal	Hojalatas, tarro de leche, aparatos de hierro y acero.
Textil	Restos de tela, prendas de vestir, etc.
Cuero	Zapatos, carteras, sacos
Tetra Pack	Envases de jugos, leches y otros.
Inertes	Tierra, piedras, restos de construcción.
Residuos de baño	Papel higiénico, pañales, toallas higiénicas.
Pilas y baterías	De artefactos, juguetes y de vehículos, etc.

Fuente: (OEFA, 2013-2014)

2.1.5 En función a su gestión.

2.1.5.1 Residuos de gestión municipal.

Son aquellos generados en domicilios, comercios y por actividades que generan residuos similares a estos, cuya gestión ha sido encomendada a las municipalidades. La gestión de estos residuos es de responsabilidad del municipio desde el momento en que el generador los entrega a los operarios de la entidad responsable de la prestación del



servicio de residuos sólidos, o cuando los dispone en el lugar establecido por dicha entidad para su recolección (OEFA, 2013).

2.1.6 Finalidad de la gestión integral de los residuos sólidos.

Según MINAM (2017) la gestión integral de los residuos sólidos tiene como finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a otras alternativas, respecto a los residuos generados, se opta por la recuperación y la valorización de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, alternativas garantice la protección de la salud y del medio ambiente.

2.1.7 Lineamientos de la gestión integral de residuos sólidos.

Como MINAM (2018) define que gestión integral de residuos sólidos deberá estar orientada a:

- a) Desarrollar acciones de educación ambiental y sensibilización dirigida a los pobladores de dichas islas y capacitación técnica para una gestión y manejo de los residuos sólidos eficiente, eficaz y sostenible.
- b) Fomentar la valorización de los residuos sólidos y la adopción complementaria de prácticas de tratamiento y adecuada disposición final.
- c) Desarrollar y usar tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización que favorezcan la minimización o valorización de los residuos sólidos y su manejo adecuado.
- d) Establecer un sistema de responsabilidad compartida de manejo integral de los residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final.
- e) Promover la iniciativa y participación activa de la población.



- f) Establecer acciones destinadas a evitar la contaminación ambiental, eliminando malas prácticas de manejo de residuos sólidos que pudieran afectar la calidad del aire, agua y ecosistemas.

2.1.8 Las operaciones y procesos de los residuos.

Para Vaca y Sanchez (2007) define que el manejo de los residuos comprende las siguientes operaciones o procesos:

- a) Barrido y limpieza de espacios públicos
- b) Segregación
- c) Almacenamiento
- d) Recolección
- e) Valorización
- f) Transporte
- g) Transferencia
- h) Tratamiento
- i) Disposición final

2.1.8.1 Segregación en la fuente.

El generador de residuos sólidos debe realizar la segregación de sus residuos sólidos de acuerdo a sus características físicas, químicas y biológicas, con el objeto de facilitar su valorización y/o disposición final. Dicha actividad solo está permitida en la fuente de generación, centros de acopio de residuos sólidos municipales y plantas de valorización de residuos sólidos municipales y no municipales, debidamente autorizados y que cuenten con certificación ambiente (Minam, 2017).

La segregación en la fuente debe considerar lo siguiente:



- **Generador de residuos sólidos municipales.** -Las municipalidades llevarán adelante acciones de sensibilización, promoción y educación ambiental a fin de instruir a la población respecto de la obligación de segregación en fuente, almacenamiento y entrega de los residuos.

2.1.8.2 Almacenamiento.

El almacenamiento en los domicilios, urbanizaciones y otras viviendas multifamiliares, el almacenamiento es de exclusiva responsabilidad de su generador hasta su entrega al servicio municipal correspondiente, sea éste prestado en forma directa o a través de terceros, en el tiempo y forma que determine la autoridad.

El almacenamiento de residuos municipales y no municipales deben cumplir con la Norma Técnica Peruana 900.058.2019 Gestión de Residuos referida al Código de Colores para el Almacenamiento de Residuos Sólidos (INACAL, 2019).

2.1.8.3 Valorización.

Como Minam (2017) define que la valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Esta incluye las actividades de reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética entre otras alternativas, y se realiza en infraestructura adecuada y autorizada para tal fin.

- **Reciclaje:** El reciclaje constituye una forma de valorización material, que consiste en la transformación de los residuos sólidos en productos, materiales o sustancias, que conserven su finalidad original o cualquier otra finalidad.



2.1.8.4 Transporte.

El transporte consistente en el traslado apropiado de los residuos recolectados hasta las infraestructuras de valorización o disposición final, según corresponda, empleando los vehículos apropiados (MINAM, 2018).

2.1.8.5 Transferencia.

Según Minam (2018), es el proceso que consiste en transferir los residuos sólidos de un vehículo de menor capacidad a otro de mayor capacidad, para luego continuar con el proceso de transporte.

2.1.8.6 Tratamiento.

Son los procesos, métodos o técnicas que permiten modificar las características físicas, químicas o biológicas del residuo sólido, para reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente y orientados a valorizar o facilitar la disposición final (Vaca y Sanchez, 2007).

2.1.8.7 Disposición final.

Antunez (2017) define, los residuos que no puedan ser valorizados por la tecnología u otras condiciones debidamente sustentadas, deben ser aislados y/o confinados en infraestructuras debidamente autorizadas, de acuerdo a las características físicas, químicas y biológicas del residuo con la finalidad de eliminar el potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente.

2.1.9 Instrumentos para el uso eficiente de materiales y la gestión de residuos sólidos.

Los instrumentos para el uso eficiente de materiales y la gestión de residuos sólidos son MINAM (2018).



- Los generadores de residuos sólidos orientan el desarrollo de sus actividades a reducir al mínimo posible la generación de residuos sólidos.
- Los generadores de residuos no municipales deben incluir en su plan de minimización y manejo de residuos sólidos.

2.1.9.1 Planes de gestión de residuos sólidos municipales.

Para MINAM (2017), los instrumentos de gestión de residuos sólidos tienen por objetivo generar las condiciones necesarias para una adecuada, eficaz y eficiente manejo de los residuos sólidos, desde la generación hasta la disposición final.

2.1.10 Efectos de residuos sólidos en el ambiente.

- Contaminación del medio ambiente

Barrios (2015), refiere que la contaminación del medio ambiente es por el manejo inadecuado de los residuos sólidos, el deterioro estético de las ciudades y la degradación del paisaje ocasionada por los residuos sólidos dispersados lo cual va en aumento cada vez más a nivel mundial.

- Contaminación del agua.

Uno de los efectos ambientales más serios, consiste en la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas ocasionado por la disposición de residuos a los ríos, quebradas y por el líquido percolado "lixiviado" de los botaderos de residuos a cielo abierto.

Para Ojeda (2016) la descarga de los residuos sólidos a las corrientes de agua incrementa la carga orgánica y disminuye el oxígeno disuelto, aumenta los nutrientes y por consiguiente las algas que dan lugar a la eutrofización; igualmente, causa la muerte de peces, genera malos olores y deteriora el aspecto estético, a causa de esta circunstancia



en muchas ocasiones se ha perdido este recurso tan importante para el abastecimiento o para la recreación de la población.

2.1.11 Toma de muestra de residuos sólidos.

Mamani (2014) muestra que la cantidad de basura llevada al relleno sanitario, generalmente son variables en la cantidad, composición y la densidad debido a la activa recuperación de materiales tales como papeles, cartones, trapos, botellas y metales.

2.1.12 Numero de muestras.

Los programas de análisis por muestreo, la primera y más importante interrogante a responder es la referente al número de muestras. Si el número de muestras es muy pequeño, los resultados son de poca confiabilidad. Es necesario pues fijar un número mínimo de muestras tal que los resultados a obtener reflejen con cierto grado de confianza y reducido porcentaje de error las condiciones prevalecientes en el universo poblacional (Mamani, 2014).

2.1.13 Generación de per-cápita (GPC) de residuos sólidos.

Según Vilca (2016), describe que la generación de residuos per cápita muestra la producción de residuos sólidos domésticos de una manera variable que depende básicamente del tamaño de la población y sus características socioeconómicas. Este indicador puede ser el indicio de la contaminación ambiental, pero también puede usarse como un indicador del uso de recursos de manera irracional.

2.1.14 Plan nacional de gestión integral de residuos sólidos y objetivos de desarrollo sostenible.

El PLANRES 2016-2024 como instrumento de gestión nacional de residuos sólidos si bien se basa en el cumplimiento de las metas nacionales reflejadas en el plan nacional de acción ambiental 2011- 2021 permitirá también el cumplimiento de otros compromisos internacionales asumidos por el país, en particular los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), propuestos por las Naciones Unidas, como compromisos internacionales en busca del desarrollo sostenible en favor de las personas, el planeta y la prosperidad

En este sentido el plan nacional de gestión de residuos sólidos, a través de sus diversas acciones y objetivos contribuirá a alcanzar principalmente lo siguiente:

- **Salud y bienestar:** Mediante una mejora en la gestión de residuos sólidos municipales y no municipales; en particular con la inversión en infraestructura para tratamiento y disposición final, se podrá reducir el índice de enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo;
- **Ciudades y comunidades sostenibles:** Mediante la mejora de la gestión de residuos sólidos a nivel nacional se permitirá la reducción del impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades.
- **Agua limpia y saneamiento:** Mediante la reducción de las fuentes de contaminación por residuos que puedan contaminar cursos naturales de agua a causa la inadecuada disposición de residuos sólidos.
- **Trabajo decente y crecimiento económico:** Mediante el fomento de cadenas formales de reciclaje y el crecimiento del mercado de residuos sólidos como una fuente de empleo formal.



2.2 DESARROLLO SOSTENIBLE

Según Pérez (2012) ostenta que el desarrollo sostenible, es el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades.

Para Gallopín (2003) el desarrollo sostenible debe orientarse no sólo a preservar y mantener la base ecológica del desarrollo y la habitabilidad, sino también a aumentar la capacidad social y ecológica de hacer frente al cambio, y la capacidad de conservar y ampliar las opciones disponibles para confrontar un mundo natural y social en permanente transformación.

Para Delgado (2019) es un nuevo paradigma considerado de desarrollo y no de crecimiento, por dos razones fundamentales:

- Establece un límite ecológico al proceso de crecimiento económico.
- Para que exista el desarrollo se requieren cambios cualitativos en la calidad de vida y en la felicidad de las personas.

Por otro lado, el desarrollo sostenible debemos comprenderlo como un concepto que se divide en tres campos, el ambiental, social y económico.

2.2.1 Sostenibilidad ambiental.

Según Delgado (2019), ostenta que la sostenibilidad ambiental, se debe entender como la interacción humana con el medio ambiente, el uso de recursos naturales de manera racional con la finalidad de poder preservar de manera responsable para las futuras generaciones.

2.2.2 Características de un desarrollo sostenible.

Para Quiroga (2001) las características que debe considerar sostenible son:

- Reconocer la importancia de la naturaleza para el bienestar humano.
- Asegura que la actividad económica mejore la calidad de vida de todos.
- Uso de los recursos de manera eficiente.
- Promueve el máximo de reciclaje y reutilización.
- Pone su confianza en el desarrollo e implantación de tecnologías limpias.

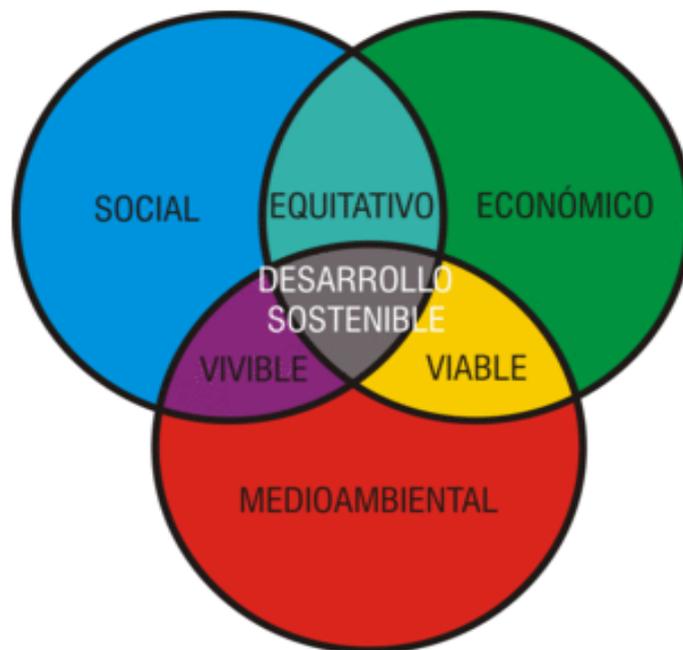


Figura 1. Pilares claves para desarrollo sostenible.

Fuente: Velazco (2013).

2.3 EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA

2.3.1 Evaluación.

Según Aguilar y Navarro (2018), la evaluación de la calidad de agua consiste en realizar un enfoque multidisciplinario, que tiene como propósito de investigar, analizar los parámetros, físicos, químicos y biológicos que permitan un control y manejo adecuado del proceso, acciones de supervisión, inspección, vigilancia y control con el propósito de



prevenir, mantener, corregir, mejorar y optimizar los procesos individuales en la calidad del agua (bofedales, ríos, lagos, etc.).

Pretell (2016), afirma que es importante evaluar los parámetros de la calidad del agua, según el uso, a fin de determinar si necesita o no tratamiento y aplicar el procedimiento idóneo para lograr la calidad deseada, asimismo los estándares de calidad de agua son usados también para vigilar procesos de tratamiento y corregirlos si fuera necesario.

2.3.2 Evaluación de la calidad de agua.

La OMS (2018) señala que, la evaluación de la calidad del agua es un estudio técnico, que determina las características físicas, químicas y biológicas del agua en sistemas de abastecimiento público, descargas de aguas residuales, cuerpos receptores, canales y vasos de captación, etc. Se identifican los factores que inciden en la calidad del agua y se comparan sus características con valores de referencia y límites establecidos en el estándar de calidad de agua ECA para agua.

Por lo tanto, la calidad del agua en relación a los parámetros establecidos de resultados altos de lo normal afectan el ecosistemas, el agua después de ser usada y ser vertida sin ningún tratamiento en los cuerpos receptores regresa a su proceso del ciclo hidrológico y está al no ser tratada deteriora el ecosistema y la calidad del agua (Gramajo, 2004).

2.3.3 Parámetros de calidad de agua.

Los parámetros principales de la calidad de agua son físicos, químicos y biológicos con el análisis de cada uno de los parámetros se obtiene el pH, turbidez, conductividad, temperatura, sólidos totales disueltos, fosforo total, DQO, DBO₅, oxígeno

disuelto, estos parámetros constituyen una manera de clasificar, posibles factores de estrés del sistema acuático, además ayudan a caracterizar la calidad del agua y determinar los posibles impactos del ecosistema (APH, 2012).

Tabla 2. Parámetros de calidad de agua

Físico	Químicos	Biológicos
Sólidos totales (mg/L)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) (mg/L)	Organismos patógenos
Sólidos suspendidos (mg/L)	Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L)	Coliformes, número/100
	pH	Virus, ufc/100 mL
	Alcalinidad (mg/L)	
	Nitrógeno (mg/L)	
	Nitrógeno Orgánico (mg/L)	
	Nitratos (NO ₃ -N)	
	Fósforo (mg/L)	
	Fósforo Orgánico	
	Reactivo soluble (PO ₄ -3-P)	

Fuente: Miranda, Pablo, Ubaque, Augusto, & Pinzón (2015)

2.3.4 Características físicas, químicas y biológicas

2.3.4.1 Características físicas.

El agua que se destina al consumo humano no debe presentar color, olor, materias en suspensión que le conceda turbiedad o aspecto desagradable (Organización Mundial de la Salud, 2006).

2.3.4.2 Sólidos totales.

Es la suma de los sólidos disueltos y en suspensión que la muestra de agua pueda contener, a través de esto se puede decir que las aguas naturales son un conjunto de agua con sólidos disueltos y suspendidos teniendo en cuenta que pueden afectar sensiblemente a la calidad de un agua y, por tanto, limitar sus usos (OMS, 2006).



2.3.4.3 Sólidos suspendidos totales.

Muñoz (2008) define, los sólidos suspendidos como una fase sólida del agua en forma de coloides o partículas intensamente finas y que causa la turbidez, esto señala que cuando mayor es el contenido de sólidos en suspensión, mayor es el grado de turbidez.

Para Arroyo y Bermudez (2015) los sólidos totales están presentes en aguas residuales los cuales se clasifican según su tamaño o presentación en sólidos suspendidos y sólidos filtrables: son partículas flotantes como trozos de vegetales, animales, basuras, etc. y aquellos otros que también son susceptibles a simple vista y tiene posibilidades de ser separadas del líquido por medio físicos, también dentro de los sólidos se pueden distinguir los sólidos sedimentales que se depositarán por gravedad en el fondo de los receptores.

2.3.4.4 Temperatura.

Es un parámetro físico de valiosa importancia para los ecosistemas hidráulicos, cuando la temperatura sube, baja la concentración de oxígeno disuelto y si las aguas son defectuosas en oxígeno esto puede ocasionar la muerte de especies acuáticas, especialmente peces (Reinoso et al. 2008). Este parámetro influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica y la cantidad de oxígeno disuelto, afecta las propiedades físicas y químicas del agua y tienen gran influencia sobre los organismos acuáticos, cambiando sus hábitos alimenticios, reproductivos y sus tasas metabólicas, así como también afecta la velocidad del reciclado de los nutrientes en un sistema acuático (GWW, 2005).

2.3.5 Características químicas.

El estudio de esta característica se aborda en los siguientes, materia orgánica, medición de contenido orgánico y materia inorgánica.



2.3.5.1 Materia orgánica.

Según Sanchez (2018) afirma que las aguas naturales, además de sustancias minerales y disueltas, pueden llevar en suspensión sustancias orgánicas provenientes del lavado de los suelos o del metabolismo de los organismos que viven en ellos.

2.3.5.2 Medida del contenido orgánico.

Según Agua & Rodríguez (2016) los métodos más empleados para medir el contenido orgánico de aguas residuales y superficiales son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y demanda química de oxígeno (DQO).

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) del agua residual, se puede definir como la cantidad de oxígeno que precisan los microorganismos, para la eliminación de la materia orgánica biodegradable existente en el agua residual, a través de procesos bioquímicos.

- Demanda química de oxígeno (DQO)

Cantidad de oxígeno que precisan los microorganismos para la degradación de la materia orgánica biodegradable existente en el agua. Cantidad de oxígeno que se precisa para la oxidación total de la materia orgánica por medio de reactivos químicos (Rodríguez, 2016).

2.3.5.3 Materia inorgánica.

Debido a que las concentraciones de los diferentes constituyentes inorgánicos pueden afectar mucho a los usos del agua, conviene examinar la naturaleza de algunos de ellos.



- **Nitrógeno.** El contenido total en nitrógeno está compuesto por nitrógeno orgánico, amoníaco, nitrito, nitrato.
- **Fósforo.** Este es esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. El contenido de fósforo en aguas residuales municipales puede variar entre 4 y 15 mg/L. (J. L. Quispe, 2013).

2.3.5.4 Potencial de hidrogeniones (pH).

La medida del pH tiene amplia aplicación en el campo de las aguas naturales y residuales es una propiedad básica e importante que afecta a muchas reacciones químicas y biológicas los valores extremos de pH pueden originar la muerte de peces, drásticas alteraciones en la flora y fauna, reacciones secundarias dañinas (por ejemplo, cambios en la solubilidad de los nutrientes, formación de precipitados, etc. (Sanchez, 2018).

2.3.5.5 Grasas y aceites.

Según, Raffo, E., Ruiz (2014), define que las grasas de animales, aceites, ceras y otros contribuyen presencias en las aguas residuales, la presencia de grasas y aceites puede causar muchos problemas en tanques sépticos, en sistemas de recolección y en el tratamiento de aguas residuales.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio, comprendió las Islas flotantes de Titino Grande y Nuevo Amanecer del lago Titicaca, ubicados en el distrito de Huata sector Khapi, departamento de Puno, provincia de Puno a una altitud de 3810 m.s.n.m., geográficamente las Islas están comprendidas de acuerdo al sistema de coordenadas UTM WGS 84 tal como se detalla en la (tabla 3):

Tabla 3. Ubicación geográfica del área de estudio

ISLA	ESTE	NORTE	ALTITUD	ÁREA (m ²)
Titino Grande	406035	8259034	3810	3781
Nuevo Amanecer	408041	8259544	3810	2447

Fuente: Elaboración propia.

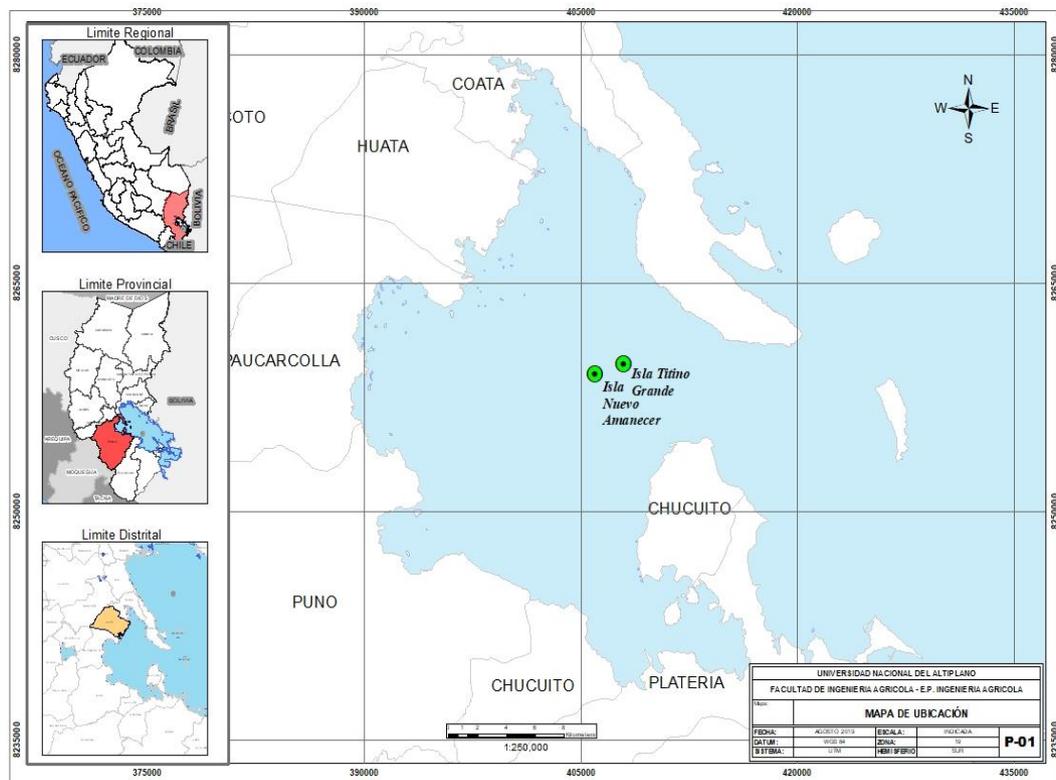


Figura 2. Ubicación de las islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer.

Fuente: Elaboración propia



3.1.1 Tipo de estudio

El estudio, de tipo descriptivo y aplicativo, en la caracterización de residuos sólidos con el fin de determinar la cantidad de residuos sólidos generados en la actualidad y la proyección de 10 años según la tasa de crecimiento poblacional y análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos de calidad de agua cuyos resultados ser comparados con los valores del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua de la categoría 4: conservación del ambiente acuático, y subcategoría E1: lagos y lagunas.

3.1.2 Cálculo de población proyectada

De acuerdo al censo 2017 del Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI), la tasa de crecimiento poblacional del distrito de Huata 5.96 %

Para el cálculo de la población futura se utilizó la siguiente fórmula:

$$PF = Pi \times (1 + r)^n$$

Donde:

Pi : Población inicial

r : Tasa de crecimiento anual

n : Número de años que se desea proyectar a la población

PF : Población final proyectada después de “n” años

3.1.3 Cálculo de residuos sólidos generados en una población proyectada.

$$PP = PPC \times PF \times dias \times meses$$

PP = Producción y población futura de residuos sólidos

PPC = Producción per cápita de residuos sólidos



PF = Población futura

3.1.4 Materiales y equipos.

Materiales y equipos que fueron utilizados para caracterización de residuos sólidos y el análisis de parámetros de la calidad de agua se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 4. Materiales y equipos utilizados en la caracterización de residuos sólidos y calidad de agua

Materiales usados en residuos solidos		Materiales usados en el análisis de calidad de agua	
Campo	Gabinete	Campo	Gabinete
Balanza	Laptop Core i7 (Toshiba)	Multiparámetro	Laptop Core i7 (Toshiba)
Embarcación	Memoria USB hp 8 GB	Balde de 8 litro	Memoria USB hp 8 GB
Cámara Fotográfica	Impresora (Epson)	GPS garmix	Impresora (Epson)
GPS garmix	Software (Word,Excel,arguis, autocad)	Embarcación	Software (Word, Excel)
Ficha de pesajes de residuos sólidos	Hojas papel bond A-4	Frasco de vidrio de 1litro	Hojas papel bond A-4
Bolsas de plástico para segregación de residuos solidos	Lapicero (PILOT)	Cooler	Lapicero (PILOT)
Lapiceros		Cámara fotográfica	Laboratorio
Tablero de apunte		Lapiceros	
Libreta de campo		Tablero de apunte	
Guantes quirúrgicos		Libreta de campo	
Respirador		Guantes quirúrgicos	
Papel bond A-4		Papel toalla	
Jabón		Agua destilada	
Desinfectante para manos		Desinfectante para las manos	
Combustible		Combustible	

Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Equipos de protección personal e indumentaria

Los equipos de protección personal que fueron utilizados son los siguientes:

Tabla 5. Equipos de protección personal en la caracterización de residuos sólidos y calidad de agua

Equipo de protección	Características	Riesgos que cubre
Mascarillas	Mascarilla con filtro de repuesto.	Inhalación de polvo, vapor, humo, gases.
Guantes	Guantes de cuero y/o de nitrilo.	Cortes con objetos, quemaduras y contacto con gérmenes.
Mandil	Mandil o delantal de plástico que prende del cuello o uniforme de trabajo.	Gérmenes, salpicaduras, frío y calor en el trabajo.
Botas de seguridad	Botas para cubrir los pies de la humedad.	Golpes y/o caída de objetos, resbalones.
Gorra	Sombrero o gorro que cubra el cabello, según características de la región.	Gérmenes que afectan el cuero cabelludo, la insolación, dolor de cabeza por el sol.

Fuente: MINAM (2018).

3.1.6 Caracterización de residuos sólidos.

Para Solano y Ruesta (2017), es una herramienta que nos permite obtener información primaria relacionada a las características de los residuos sólidos municipales, constituidos por residuos domiciliarios esta información nos permite la planificación técnica y operativa del manejo de residuos sólidos y financiera ya que sabiendo cuanto de residuos sólidos se genera en cada una de las actividades, como tal puede presentarse una serie de instrumentos de gestión ambiental de residuos sólidos así como proyectos de inversión pública referidos a gestión de residuos sólidos y otros que permitan tomar decisiones en la gestión integral de residuos sólido a corto, mediano y largo plazo.

3.1.7 Recolección de residuos sólidos.

Esta fase consiste en la recopilación de datos de campo realizado los días lunes 13 hasta el domingo 26 de agosto de 2018, para el fundamento del trabajo de investigación, y conocer la cantidad de residuos sólidos producidos en dichas islas.



Figura 3. Recolección de residuos sólidos.

3.1.8 Pesaje de residuos sólidos.

Se recolectó datos mediante el pesaje de residuos sólidos, información que nos permitió conocer la cantidad total que se genera en cada una de las actividades que realizan en dichas islas.



Figura 4. Pesaje de residuos sólidos.

3.1.9 Fase de campo para muestreo de calidad de agua.

3.1.9.1 Selección de los puntos de muestreo.

Criterios de selección de los puntos de muestreo:

- Que el punto de muestreo permita que la muestra tomada sea representativa.
- Que el punto de muestreo sea de fácil acceso para determinar su ubicación posterior.

3.1.9.2 Toma de muestras

Las muestras fueron tomadas como puntos estratégicos en torno de la isla Titino Grande y la isla Nuevo Amanecer durante el mes de setiembre 2018 y dos muestras en cada isla, en recipientes de vidrio para ser posteriormente trasladado al laboratorio.

Para la medición de datos en campo se utilizó un multiparámetro de Modelo ODEÓN classic ver (Figura 5) lo cual nos permite la medición de los parámetros pH, T°, Oxígeno Disuelto, Conductividad y registrarse de forma simultánea en diferentes puntos estratégicos.



Figura 5. Multiparamétrico para calidad de agua gama ODEÓN

Fuente: Manual del multiparamétrico gama ODEÓN

Toma de muestra con el multiparámetro para la medición de los parámetros pH, T°, Oxígeno Disuelto, Conductividad, como se observa (Figura 6).



Figura 6. Medición de parámetros con multiparamétrico gama ODEÓN.

Para la toma de muestra de agua utilizamos los frascos de vidrio de boca ancha de (1000 mL) previamente esterilizados.



Figura 7. Frascos de vidrio de boca ancha de (1000 mL).

La técnica utilizada fue la toma manual sumergiendo los frascos de vidrio en el mismo hasta llenarla completamente (Figura 8) frascos de vidrio de boca ancha (1000 mL).



Figura 8. Sumergiendo los frascos de vidrio.

Luego de retirar la muestra de agua contenido en el frasco como muestra en la (Figura 9) inmediatamente se secaron con papel absorbente y lo tapamos.



Figura 9. Retirado de frasco de vidrio

A la muestra obtenida en el frasco se colocó la correspondiente etiqueta rotulada con número de muestra, fecha y nombre de la zona de muestreo, la recolección de muestra de agua fue de (1000 mL) como demuestra en la (Figura 10).



Figura 10. Rotulado de frascos de vidrio

Las muestras de agua se transportaron en un cooler para su conservación, se muestra en la ver (figura 11) y se trasladó de inmediato a los laboratorios para los respectivos análisis.



Figura 11. Traslado de muestras en cooler para su conservación.

3.1.10 Fase de laboratorio

Los análisis físico y químico de calidad de agua fueron determinadas en los laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, de acuerdo a los estándares utilizados en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias y de la Facultad de Ciencias Biológicas.

3.1.11 Análisis físico y químico.

Determinación de oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, aceites y grasas, nitrógeno total, fosforo total y demanda bioquímica de oxígeno.



3.1.12 Etapas de investigación

3.1.12.1 *En la primera etapa.*

Se realizó el diagnóstico y evaluación de las fuentes de contaminación en el cuerpo receptor del lago Titicaca, además la situación actual de las Islas Titino Grande y Nuevo Amanecer no cuentan con un tratamiento y disposición de aguas servidas, por lo tanto, son vertidas al mismo cuerpo de agua del lago Titicaca que es parte de la Reserva Nacional del Titicaca.

3.1.12.2 *En la segunda etapa.*

Se procede la determinación de parámetros de campo (pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto), se tomaron muestras en puntos estratégicas en torno de las Islas Titino Grande y Nuevo Amanecer para la determinación de los parámetros, los mismos que fueron analizados en los laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Facultad de Ciencias Agrarias y la Facultad de Ciencias Biológicas, cuyos resultados se presentan en el informe correspondiente (Anexo 3).

3.1.12.3 *En la tercera etapa.*

Sistematización y procesamiento de los resultados obtenidos de acuerdo a los análisis de calidad de agua, datos obtenidos de los análisis de los parámetros de campo y laboratorio, se efectuará con la sistematización correspondiente.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS ISLAS FLOTANTES DE TITINO GRANDE Y NUEVO AMANECER

Para determinar la generación total de residuos sólidos domiciliarios consideramos los siguientes datos recolectados desde el lunes 13 de agosto hasta el domingo 26 de agosto de 2018 para el fundamento del trabajo de investigación.

Tabla 6. Producción total (kg) de residuos sólidos en las islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer.

RESIDUOS SOLIDOS	Isla Titino Grande		Isla Nuevo Amanecer		Total
	1ra Recolección	2da Recolección	1ra Recolección	2da Recolección	
Papel	1.70	5.20	7.25	5.00	19.15
Cartón	3.50	5.00	1.90	2.30	12.70
Bolsas de plástico	8.00	6.20	4.30	3.80	22.30
Botellas PET	9.00	4.50	2.70	4.40	20.60
cauchos	4.20	5.70	2.70	3.00	15.60
Vidrios	2.50	2.90	1.30	2.50	9.20
Maderas	0.60	1.30	1.40	1.90	5.20
Metales	0.50	1.00	0.90	1.00	3.40
Textiles	2.00	3.60	1.60	1.60	8.80
Latas	1.60	2.30	1.70	0.90	6.50
Residuos Peligrosos	1.50	1.50	1.70	1.90	6.60
Restos de comida	7.50	6.00	4.20	12.20	29.90
TOTAL (kg)	42.60	45.20	31.65	40.50	159.95

Fuente: Elaboración propia

La generación total de residuos sólidos domiciliarios en porcentajes se considera lo siguiente.

Tabla 7. Total (kg) y en (%) de residuos sólidos recolectados en las islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer

RESIDUOS SÓLIDOS	Isla Titino Grande				Isla Nuevo Amanecer			
	1ra Recolección	%	2da Recolección	%	1ra Recolección	%	2da Recolección	%
Papel	1.70	0.04	5.20	0.12	7.25	0.23	5.00	0.12
Cartón	3.50	0.08	5.00	0.11	1.90	0.06	2.30	0.06
Bolsas plástico	8.00	0.19	6.20	0.14	4.30	0.14	3.80	0.09
Botellas PET	9.00	0.21	4.50	0.10	2.70	0.09	4.40	0.11
cauchos	4.20	0.10	5.70	0.13	2.70	0.09	3.00	0.07
Vidrios	2.50	0.06	2.90	0.06	1.30	0.04	2.50	0.06
Maderas	0.60	0.01	1.30	0.03	1.40	0.04	1.90	0.05
Metales	0.50	0.01	1.00	0.02	0.90	0.03	1.00	0.02
Textiles	2.00	0.05	3.60	0.08	1.60	0.05	1.60	0.04
Latas	1.60	0.04	2.30	0.05	1.70	0.05	0.90	0.02
Residuos peligrosos	1.50	0.04	1.50	0.03	1.70	0.05	1.90	0.05
Restos comida	7.50	0.18	6.00	0.13	4.20	0.13	12.20	0.30
TOTAL (kg)	42.60	1.00	45.20	1.00	31.65	1.00	40.50	1.00

Fuente: Elaboración Propia

Se obtuvo como resultado de la primera recolección de residuos sólidos de la isla Titino Grande, en gran cantidad botellas PET 9.00 kg en porcentaje de (0.19%), bolsas de plástico 8.00 kg, porcentaje (0.08%), de la misma manera en los restos de comida 7.50 kg, porcentaje (0.18%), otros (0.05%). Demostración gráfica en porcentaje.

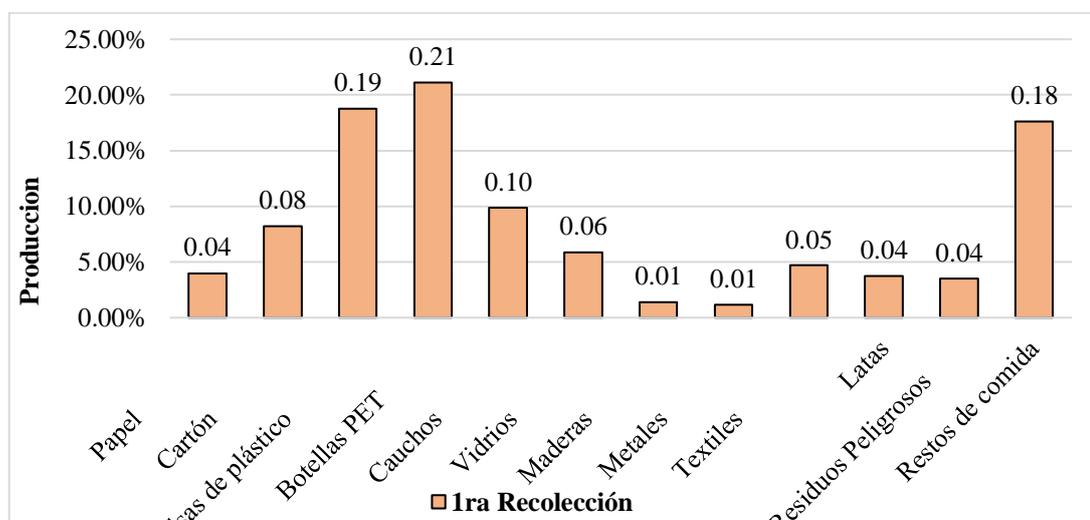


Figura 12. Porcentaje, primera recolección de residuos isla Titino Grande

En la segunda recolección de residuos sólidos de la isla Titino Grande, muestra que es similar la producción en residuos de bolsas de plástico en 6.20 kg en porcentaje de (0.14%), papeles en 5.20 kg (0.12%) y los restos de comida 6.00 kg en porcentaje de (0.13%), botellas PET 4.50 kg (0.10%), cauchos 5.70 kg (0.13%), restos de comida 6.00 kg (0.13%) y otros (0.07%). Demostración gráfica en porcentaje (figura 13).

Se obtiene un total de 42.60 kg en la primera semana de recolección y en la segunda semana de recolección un total de 45.20 kg haciendo la diferencia de 2.60 kg. Por ello Cornejo (2014) describe que la contaminación del lago Titicaca es por la emisión de residuos orgánicos e inorgánicos de los habitantes de las islas flotantes al no contar con ningún servicio genera el deterioro del ecosistema por la contaminación de los mismos.

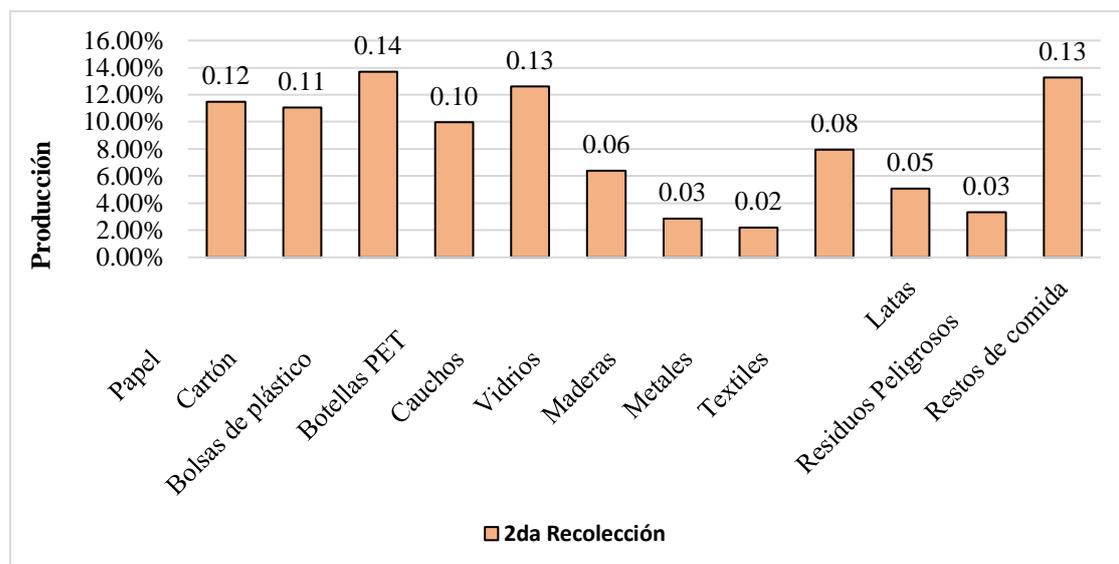


Figura 13. Porcentaje, segunda recolección de residuos isla Titino Grande.

Fuente: Datos de la investigación.

Los resultados obtenidos en la isla Nuevo Amanecer, de la primera semana de recolección de residuos sólidos, se observa lo siguiente: papeles 5.75 kg (0.23%), bolsas

de plástico 4.30 (0.14%), restos de comida 4.20 kg (0.13%), caucho 2.70 (0.09%), botellas PET 2.70 kg (0.09%) y otros (0.05%). Demostración gráfica en porcentaje (figura 14).

Por lo tanto, Cari (2017) ostenta que el tipo de residuos sólidos que más se genera en la isla de Amantaní, corresponde el 64% de plástico, el 27% materia orgánica y 7% a la madera.

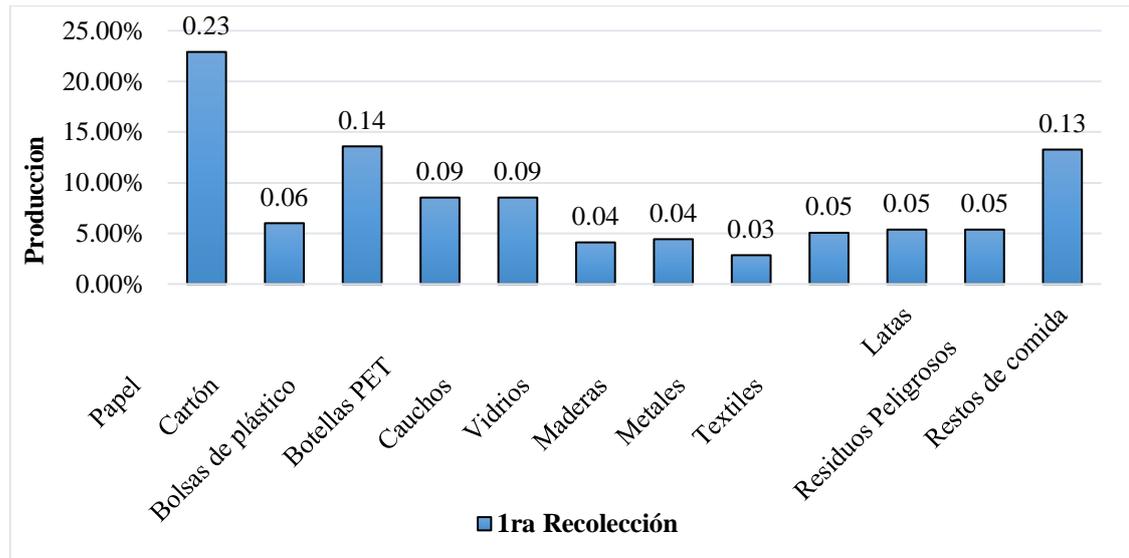


Figura 14. Porcentaje, primera recolección de residuos isla Nuevo Amanecer.

Fuente: Datos de la investigación.

En la segunda semana de recolección de residuos sólidos en la Isla Nuevo Amanecer, la producción de residuos sólidos es mayor que en la primera semana de recolección, se da la producción de mayor cantidad en restos de comida, papeles, botellas (PET). Demostración gráfica en porcentaje (figura 15).

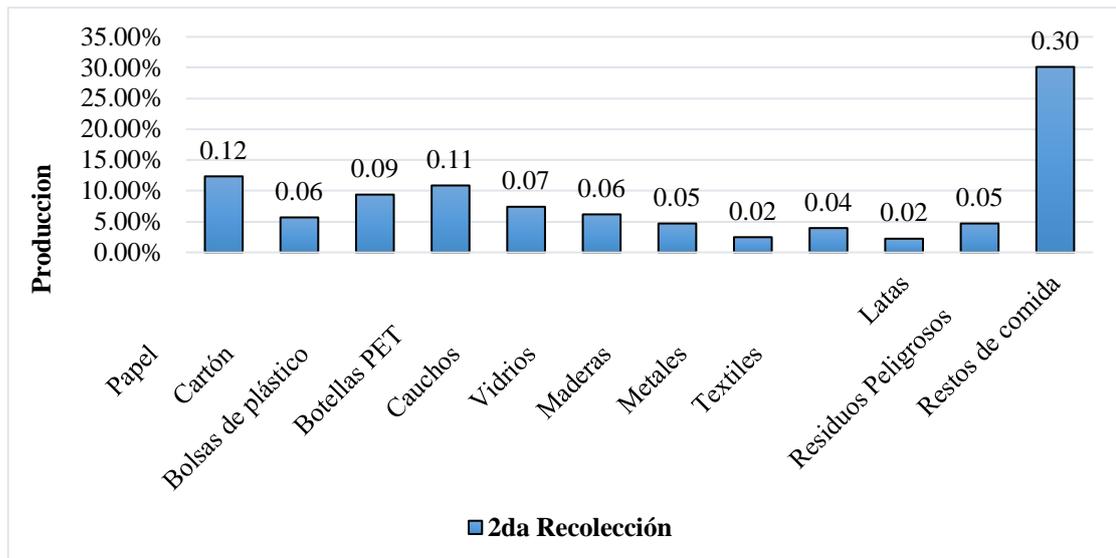


Figura 15. Porcentaje, segunda recolección de residuos isla Nuevo Amanecer

Fuente: Datos de la investigación.

En la Figura 15, se observa la producción de mayor cantidad en restos de comida 12.20 kg (0.30%), papeles 5.00 kg (0.12%), botellas PET 4.40 kg (0.11%), bolsas de plástico 3.80 kg (0.09%), cauchos 3.00 kg (0.07%), otros (0.05%). Según, Flores (2017) ostenta que la generación de residuos sólidos domésticos en estas islas se dan por la actividad turística 332.92 kg/día (59.39%), (14.92%) instituciones, (11.51%) centros educativos, (8.29%) viviendas y (5.89 %) otras actividades; conformado por el (51.55%) de origen orgánico y (58.45%) inorgánico.

4.1.1 Generación de per-cápita de residuos sólidos en las islas de flotantes de Titino

Grande y Nuevo Amanecer

$$GPC = \frac{kg \text{ recolectados total/día}}{\text{Numero de habitantes} * \text{días recolectados}}$$

Reemplazando la fórmula se tiene:

$$GPC = \frac{159.95 \text{ kg}}{43 \text{ hab.} * 14 \text{ días}}$$

$$PPC = 0.266 \text{ kg/hab/día}$$

La Producción per cápita en la Isla de Titino Grande y Nuevo Amanecer es de 0.266 kg/hab/día. Este indicador nos permite conocer la cantidad de residuos sólidos generados por habitante lo cual también nos permite conocer estrategias para la minimización de residuos.

4.1.2 Clasificación de residuos sólidos.

Para Suárez (2000) los residuos orgánicos se clasifican en lo siguiente: desechos de legumbres, frutas, textiles, restos de comida, residuos de jardín, madera, papel, cartón que se descomponen biológicamente por la acción de microorganismos y los residuos inorgánicos en lo siguiente: vidrio, plásticos, botellas PET, metales, cauchos, latas y otros que no presentan degradación mediante la acción biológica.

Tabla 8. Clasificación de residuos sólidos de islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer

RESIDUOS	Tipo de material	Residuos recolectados	%
RESIDUOS ORGÁNICOS (kg)	Papel	19.15	12%
	Cartón	12.70	8%
	Maderas	5.20	3%
	Textiles	8.80	6%
	Restos de comida	29.90	19%
Sub total		75.75	47%
RESIDUOS INORGÁNICOS (kg)	Bolsas de plástico	22.30	14%
	Botellas PET	20.60	13%
	Cauchos	15.60	10%
	Vidrios	9.20	6%
	Metales	3.40	2%
	Latas	6.50	4%
	Residuos peligrosos	6.50	4%
Sub total		84.10	53%
Total		159.85	100%

Fuente: Elaboración propia

En la clasificación de los residuos sólidos orgánicos se obtuvo una suma total de 75.75 kg que representa el 47% y residuos inorgánicos la cantidad de 84.20 kg el 53%.

De la separación de residuos sólidos realizada de las muestras obtenidas se elaboró un análisis de materiales reciclables en la siguiente tabla.

Tabla 9. Análisis del material reciclable en %

Material reciclable	Peso total	Material reciclable (%)
Papel	19.15	0.23
Cartón	12.7	0.15
Maderas	5.2	0.06
Textiles	0.12	0.00
Botellas PET	20.6	0.25
Cauchos	15.6	0.19
Vidrios	0.11	0.00
Metales	3.4	0.04
Latas	6.5	0.08

Fuente: Elaboración propia

Se observa la cantidad de material reciclable con mayor porcentaje en papel (0.23%), botellas PET (0.25%), cauchos (0.19%), cartón (0.15%), textiles (0,1%), latas (0.08%) otros que son en pocas cantidades.

Con el reciclado de papel y cartón, pueden ser transformados en papel periódico, papel higiénico, servilletas, toallas de papel de cocina, cartones para huevo, cuadernos, agendas también se puede obtener papel ecológico, al reciclar botellas PET, son las más comerciales en la actualidad, ya que son aprovechados para alfombras, envases de gaseosa, aguas minerales, jugos, envases para aceites, vestimenta, etc.

4.1.3 Población y producción total anual de residuos sólidos proyectada a 10 años

Tabla 10. Cantidad de residuos sólidos totales generados proyectada a 10 años.

Años	Número de habitantes actual	Población futura	PPC (kg/hab/día)	Producción total anual (kg/año)
2018	43		0.266	4117.68
2019	43	43.4	0.266	4155.56
2020	43	43.79	0.266	4193.79
2021	43	44.2	0.266	4232.38
2022	43	44.6	0.266	4271.31
2023	43	45.01	0.266	4310.61
2024	43	45.43	0.266	4350.27
2025	43	45.85	0.266	4390.29
2026	43	46.27	0.266	4430.68
2027	43	46.69	0.266	4471.44
2028	43	47.12	0.266	4512.58

Fuente: Elaboración propia

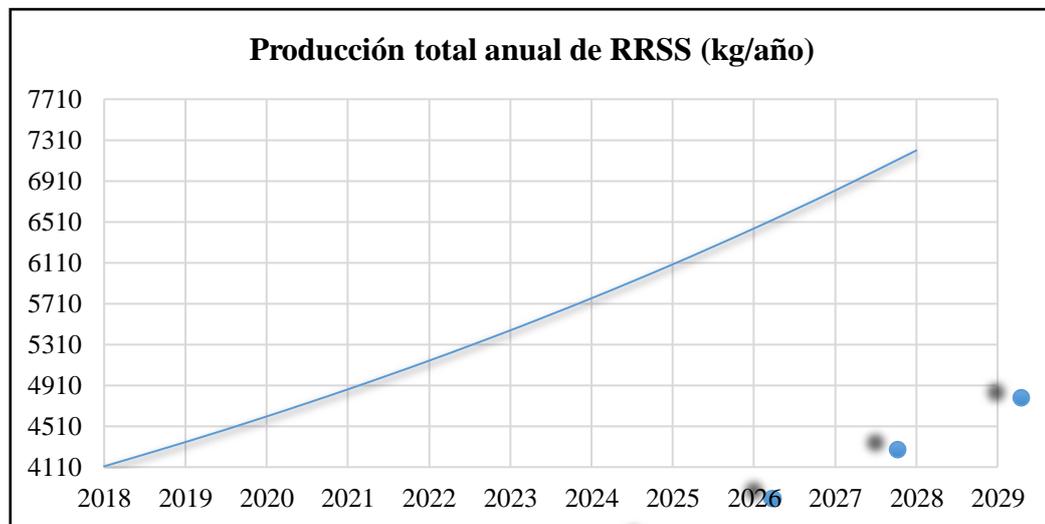


Figura 16. Producción total anual de residuos sólidos estimada a 10 años

Fuente: Datos de la investigación.

La producción total anual de residuos sólidos proyectada a 10 años, con un total de 43 habitantes actualmente en las islas de Titino Grande y la Isla Nuevo Amanecer, los residuos sólidos generados es un factor de estudio variable debido que depende del

crecimiento de la población que se dé, si se presenta un incremento de la población igualmente variará la producción de residuos sólidos como se muestra en la (Figura 16) y (Tabla 10).

4.1.4 Población y producción total anual de residuos orgánicos proyectada a 10 años.

Tabla 11. Producción total anual de residuos orgánicos proyectados a 10 años.

Años	PPC (kg/hab/día)	Población futura	Producción total anual (kg/año)
2018	0.126	43	1950.48
2019	0.126	45.48	2062.83
2020	0.126	48.10	2181.65
2021	0.126	50.87	2307.31
2022	0.126	53.80	2440.21
2023	0.126	56.90	2580.77
2024	0.126	60.17	2729.42
2025	0.126	63.64	2886.63
2026	0.126	67.30	3052.90
2027	0.126	71.18	3228.75
2028	0.126	75.28	3414.73

Fuente: Elaboración propia

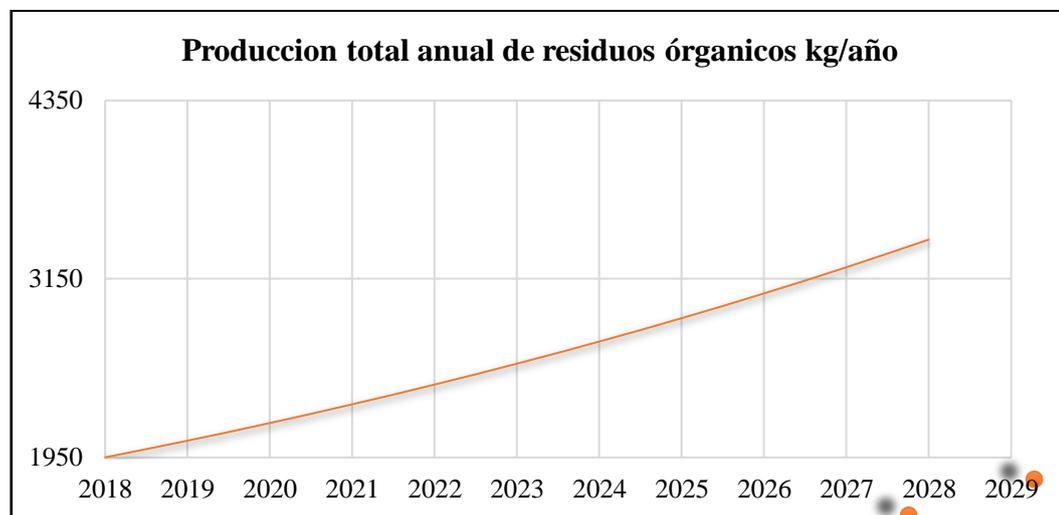


Figura 17. Producción total anual de residuos orgánicos proyectada a 10 años

La producción total anual de residuos orgánicos proyectada a 10 años, con un total de 43 habitantes, se tiene producción per cápita de residuos orgánicos 0.126 kg/hab/día actualmente en las islas de Titino Grande y la Isla Nuevo Amanecer, los residuos

orgánicos es un factor variable debido que depende del crecimiento de la población, si se presenta un incremento de la población igualmente variará la producción de residuos orgánicos como se muestra en la (Figura 17) y (Tabla 11).

- **Posibles alternativas de solución:** Se podrían utilizar para compost ya que podría ser una solución más ecológica, lo cual se puede usar como abono para la agricultura, jardines, mejora la calidad del suelo entorno a lago Titicaca.

4.1.5 Población y producción total anual de residuos inorgánicos proyectada a 10 años.

Tabla 12. Producción total anual de residuos inorgánicos proyectados a 10 años.

Años	PPC (kg/hab/día)	Población futura	Producción total anual kg/año
2018	0.14	43	2167.2
2019	0.14	45.48	2292.03
2020	0.14	48.10	2424.05
2021	0.14	50.87	2563.68
2022	0.14	53.80	2711.34
2023	0.14	56.90	2867.52
2024	0.14	60.17	3032.69
2025	0.14	63.64	3207.37
2026	0.14	67.30	3392.11
2027	0.14	71.18	3587.5
2028	0.14	75.28	3794.14

Fuente: Elaboración propia

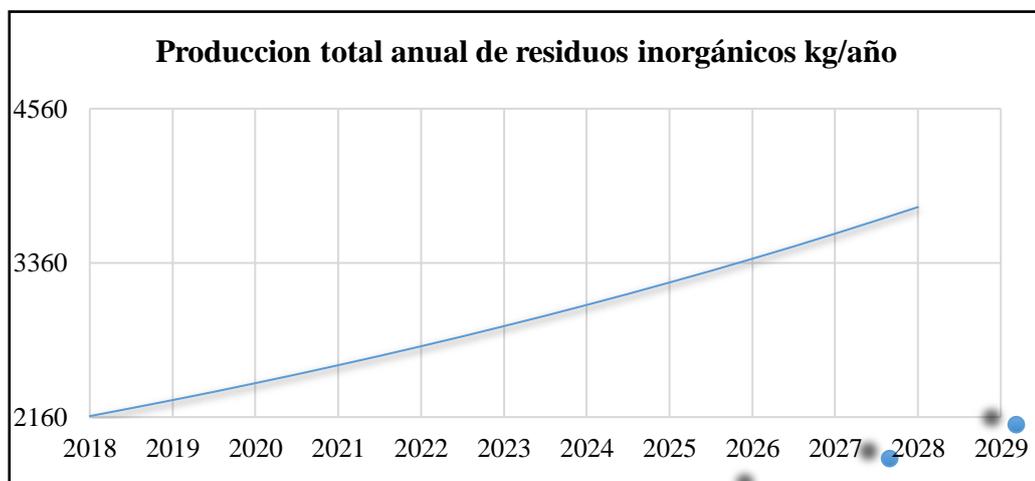


Figura 18. Producción total anual de residuos inorgánicos proyectados a 10 años.

La producción total anual de residuos inorgánicos proyectada a 10 años, con un total de 43 habitantes, se tiene producción per cápita de residuos inorgánicos 0.140 kg/hab/día actualmente en las islas de Titino Grande y la Isla Nuevo Amanecer, los residuos inorgánicos son factores variables debido que depende del crecimiento de la población, si se presenta un incremento de la población igualmente variará la producción de residuos inorgánicos como se muestra en la (Figura 18) y (Tabla 12).

- **Posibles alternativas de solución:** En este caso de la generación de residuos inorgánicos el primer paso que se puede realizar, es evitar utilizar los productos que realmente no se necesitan, el segundo paso es reducir, que consiste en disminuir los productos que no se pueden dejar de consumir y finalmente es reutilizar los materiales de distintas maneras como envases para guardar otros productos, material para obras de arte, etc.

4.1.6 Población y producción total anual de material reciclable proyectada a 10 años.

Tabla 13. Producción total anual de materiales reciclables proyectada a 10 años

Años	PPC (kg/hab/día)	Población futura	Producción total anual kg/año
2018	0.139	43.00	2151.72
2019	0.139	45.48	2275.66
2020	0.139	48.10	2406.74
2021	0.139	50.87	2545.37
2022	0.139	53.80	2691.98
2023	0.139	56.90	2847.04
2024	0.139	60.17	3011.03
2025	0.139	63.64	3184.46
2026	0.139	67.30	3367.89
2027	0.139	71.18	3561.88
2028	0.139	75.28	3767.04

Fuente: Elaboración propia

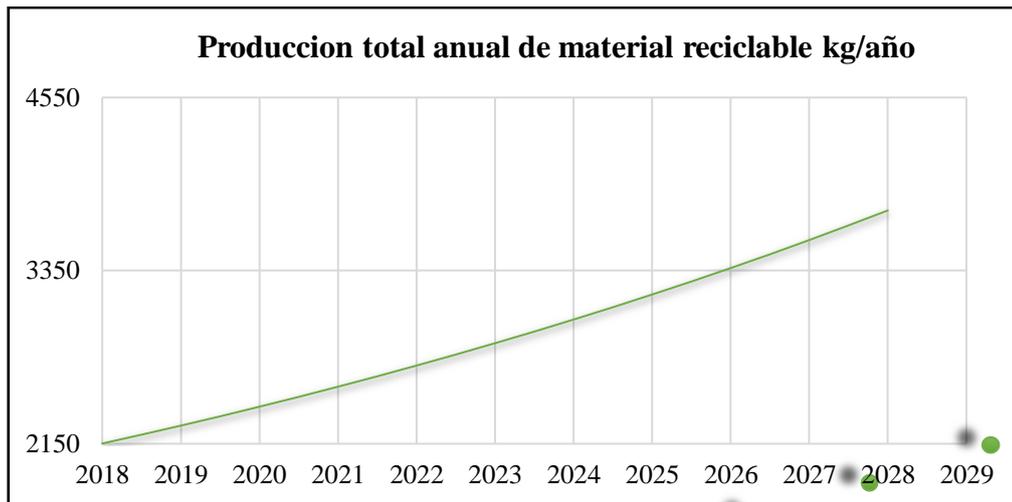


Figura 19. Producción de material reciclable proyectada a 10 años.

La producción total anual de material reciclable proyectada a 10 años, con un total de 43 habitantes, en la actualidad se tiene producción per cápita de material reciclable 0.139 kg/hab/día, tomando en cuenta los datos del estudio de caracterización de residuos sólidos (Tabla 8), el porcentaje de material reciclable que más se genera es el papel (0.23%) y botellas PET (0.25%) (Tabla 9), el material reciclable son de factores variables debido que depende del crecimiento de la población y el consumo de bienes que se puedan reciclar, si se presenta un incremento de la población igualmente se incrementará el material reciclable como se muestra en la (Figura 19) y (Tabla 13).

- **Posibles alternativas de solución:** Con el reciclado se ayuda a conservar los recursos naturales y reducir los desechos, pero debe ser considerado los papeles, botellas PET que fueron utilizados, los cuales pueden ser trasladados por los mismos habitantes de las islas hasta la ciudad de Puno o se traslade un reciclador a la zona una vez por mes, a recolectar todos los materiales que se pueden reciclar.
- **La importancia del reciclaje:** Con el reciclaje se pueden salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables, se pueden generar empleo, generación de ingreso económico, reducir la contaminación del ecosistema.

4.2 EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA

4.2.1 Evaluación técnica situacional de la calidad de agua.

Se realiza la recolección de muestras de agua en torno a islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer, aguas que son vertidas directamente al cuerpo de agua del lago Titicaca sin ser tratadas, permitiéndonos a proporcionar un factor importante como: calidad de agua.

Esta evaluación va dirigido a la medición de la calidad de agua en torno de las islas, analizar los parámetros con el propósito de conocer la calidad de agua de acuerdo al D.S. N° 004-2017-MINAM, de la categoría 4: Conservación del ambiente acuático y subcategoría E1: Lagunas y lagos.

4.2.2 Resultados de la evaluación técnica situacional.

Se realizó el muestreo de la calidad de agua en campo con el multiparámetro para la medición de los parámetros pH, T°, oxígeno disuelto, conductividad, se consideró puntos estratégicos para los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA) (Belizario, Capacoila, Huaquisto, Cornejo, & Chui, 2019). Para ello se ilustra en la (Tabla 14) (Tabla 15).

Tabla 14. Muestreo de la calidad de agua con el multiparámetro para medición de los parámetros pH, T°, oxígeno disuelto, conductividad.

ISLA NUEVO AMANECER				
MUESTRA	T (°C)	pH	Conductividad (μS /cm)	Oxígeno disuelto (mg/L)
Cuerpo receptor (M1)	5.3	8.68	1016	6.72
Cuerpo receptor (M2)	6.30	7.98	1052	7.20

Fuente: Datos de la investigación.

Tabla 15. Muestreo de la calidad de agua con el multiparámetro para medición de los parámetros pH, T°, oxígeno disuelto, conductividad.

ISLA TITINO GRANDE				
MUESTRA	T (°C)	pH	Conductividad (μS/cm)	Oxígeno disuelto (mg/L)
Cuerpo receptor (M1)	6.08	8.60	1009	6.67
Cuerpo receptor (M2)	7.10	8.62	1407	7.55

Fuente: Datos de la investigación.

4.2.3 Evaluación de resultados recolectados de campo.

Los resultados fueron obtenidos en campo con el multiparámetro ODEON, en el cuerpo receptor de las islas flotantes de Titino Grande y Nuevo Amanecer, que son parte del área de la Reserva Nacional del Titicaca, deben cumplir con las normas vigentes del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua, para ser descargados en los cuerpos receptores sin generar contaminación, para ello se realiza la comparación con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua, que son establecidos por el MINAM, en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, ver (Anexo 4). Considerando la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático de la Subcategoría E1: Lagunas y lagos, se detalla en las siguientes (Tablas 16,17).

Tabla 16. Comparación de los parámetros evaluados en campo, con (ECA) para agua, establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM en la categoría 4: Conservación del ambiente acuático de la subcategoría E1.

ISLA TITINO GRANDE				
PARÁMETROS	Cuerpo receptor M1	Cuerpo receptor M2	(ECA) para agua	Nivel de contaminación
Temperatura (°C)	6.08	7.1	Δ3	*
pH (Unidad de pH)	8.6	8.62	6,5 a 9,0	Aceptable
Conductividad (μS/cm)	1009	1407	1 000	No cumple ECA
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.67	7.55	≥ 5	Aceptable

Fuente: Datos de la investigación

Niveles de contaminación (Anexo 4) Categoría 4: Conservación del ambiente acuático E1.

Nota: Para el parámetro de temperatura el símbolo Δ significa variación y se determina considerando la media histórica de información como máximo 5 años y mínimo de 1 año.

- El símbolo dentro de la tabla * significa que este parámetro no se aplicara en nuestro caso para comparación de parámetros.

Tabla 17. Comparación de parámetros evaluados en campo, con el (ECA) para agua, establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM en la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático de la subcategoría E1.

ISLA NUEVO AMANECER				
PARÁMETROS	Cuerpo receptor (M1) Entrada	Cuerpo receptor (M2) Salida	(ECA) para Agua	Nivel de contaminación
Temperatura (°C)	5.3	6.3	$\Delta 3$	*
pH (Unidad de pH)	8.68	7.98	6,5 a 9,0	Aceptable
Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	1016	1052	1 000	No cumple ECA
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.72	7.20	≥ 5	Aceptable

Fuente: Datos de la investigación

Niveles de contaminación (Anexo 4) Categoría 4: Conservación del ambiente acuático E1.

Nota: Para el parámetro de temperatura el símbolo Δ significa variación y se determina considerando la media histórica de información como máximo 5 años y mínimo de 1 año.

- El símbolo dentro de la tabla * significa que este parámetro no se aplicara en nuestro caso para comparación de parámetros.

- El estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua, se establecen en el mecanismo de gestión ambiental que permite con la convivencia entre diferentes actividades productivas y salud humana, asegurándose a su vez la calidad de dichos cuerpos receptores.

Los resultados obtenidos en el mes de setiembre del 2018, los puntos de muestreo fueron localizados en torno a las islas, lo cual muestra una elevada concentración de conductividad eléctrica en la muestra M1 (1009 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y muestra M2 (1407 $\mu\text{S}/\text{cm}$) muestreo que se encuentran por encima del Estándar de Calidad Ambiental para agua de 1 000 ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Según Meza y Sepulveda (2012) describe, la temperatura aumenta, la conductividad aumenta también, Quispe (2013) afirma con respecto a la conductividad eléctrica que hay muchas variaciones según las diferentes horas del día, los cuales pueden variar en el afluente del sistema el cual fue de 2182.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y para el efluente del sistema fue de 2399.08 $\mu\text{S}/\text{cm}$. lo cual nos indica un aumento considerable de conductividad eléctrica en el efluente del sistema.

Tabla 18. Resumen de muestras de laboratorio de parámetros fisicoquímico y bacteriológico de las islas de Titino Grande y Nuevo Amanecer.

RESUMEN DE LABORATORIO DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO								
	MUESTRA	Temperatura (°C)	pH	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	DBO5 (mg/L)	Aceites y grasas (mg/L)	Nitrógenos Total (mg/L)	Fosforo Total (mg/L)
ISLA NUEVO AMANECER	(M1) receptor	5.3	7.35	1.95	9.6	0.26	0.02	1.68
	(M2) receptor	6.29	7.4	2.03	16	0.21	0.04	1.96
ISLA TITINO GRANDE	(M1) receptor	6.08	7.29	1.8	12.8	0.19	0.03	1.03
	(M2) receptor	7.1	7.25	1.7	17.6	0.25	0.05	2.05

Fuente: Datos de la investigación

Nota: Niveles de contaminación (Anexo 4) Categoría 4: Conservación del ambiente acuático E1.

4.2.4 Evaluación de resultados analizados en laboratorio.

Las muestras recolectadas del cuerpo receptor de las islas flotantes de Titino Grande y Nuevo Amanecer, según el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (ANA, 2016), considera como cuerpo receptor lentic, para la toma de muestras se consideran por lo menos 2 puntos de control en caso de lagos y lagunas en las diferentes direcciones alrededor de la isla en este caso a una distancia de 200 m. de preferencia en la entrada y salida del lago, resultados del laboratorio (Tabla 18), luego se realiza la comparación de parámetros en (Tablas 19, 20), que deben cumplir con las normas vigentes del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua, para ser descargados en los cuerpos receptores sin generar contaminación, establecidos por el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, teniendo en cuenta la Categoría 4: Con Conservación del ambiente acuático de la Subcategoría E1: Lagunas y lagos.

Tabla 19. Comparación de los parámetros con el (ECA) para agua establecidos por el DS. N° 004-2017-MINAM en la categoría 4. Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1: Lagos y lagunas.

ISLA TITINO GRANDE				
PARÁMETROS	MUESTRA N° 1	MUESTRA N°2	(ECA) para Agua	Nivel de contaminación
Temperatura (°C)	6.08	7.10	Δ 3	*
pH (Unidad de pH)	7.29	7.25	6,5 a 9,0	Aceptable
Conductividad Eléctrica (μS/cm)	1.80	1.70	1 000	Aceptable
DBO5 (mg/L)	12.80	17.6	5.00	No cumple ECA
Aceites y grasas (mg/L)	0.19	0.25	5.0	Aceptable
Nitrógeno Total (mg/L)	0.03	0.05	0.315	Aceptable
Fosforo Total (mg/L)	1.03	2.05	0.035	No cumple ECA

Fuente: Datos de la investigación

Niveles de contaminación (Anexo 4) categoría 4: Conservación del ambiente acuático E1

Nota: Para el parámetro de temperatura el símbolo Δ significa variación y se determina considerando la media histórica de información como máximo 5 años y mínimo de 1 año.

- El símbolo dentro de la tabla * significa que este parámetro no se aplicara en nuestro caso para comparación de parámetros.

Tabla 20. Comparación de los parámetros con (ECA) para agua establecidos por el DS. N° 004-2017-MINAM en la categoría 4. Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1: Lagos y lagunas.

ISLA NUEVO AMANECER				
PARÁMETROS	MUESTRA N° 1	MUESTRA N° 2	(ECA) para Agua	Nivel de contaminación
Temperatura (°C)	5.30	6.29	Δ 3	*
pH (Unidad de pH)	7.35	7.40	6,5 a 9,0	Aceptable
Conductividad Eléctrica (μ S/cm)	1.95	2.03	1 000	Aceptable
DBO5 (mg/L)	9.60	16.00	5.00	No cumple ECA
Aceites y grasas (mg/L)	0.26	0.21	5,0	Aceptable
Nitrógeno Total (mg/L)	0.02	0.04	0,315	Aceptable
Fosforo Total (mg/L)	1.68	1.96	0,035	No cumple ECA

Fuente: Datos de la investigación

Niveles de contaminación (Anexo 4) Categoría 4: Conservación del ambiente acuático E1

Nota: Para el parámetro de temperatura el símbolo Δ significa variación y se determina considerando la media histórica de información como máximo 5 años y mínimo de 1 año.

- El símbolo dentro de la tabla * significa que este parámetro no se aplicara en nuestro caso para comparación de parámetros.



En Tablas 19 y 20, se observa los datos obtenidos en laboratorio y la comparación con los valores del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua, establecidos en el D.S.N° 004-2017-MINAM, en la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1: Lagos y lagunas, se deduce que el nivel de contaminantes potenciales DBO_5 (mg/L) supera más del 100% del parámetro establecido según el ECA para agua (R. F. Quispe et al., 2019), en las dos islas de Nuevo Amanecer y la Isla Titino Grande, lo cual afecta la vida acuática en este sector de las islas, para Raffo y Ruiz (2014), refiere que la demanda bioquímica de oxígeno, afectan a las corrientes de agua como a las aguas de lago, el alto contenido orgánico favorece el crecimiento de bacterias y hongos.

Fosforo Total (mg/L) en las Tablas 19 y 20 indica que se encuentra por encima del ECA para agua, el aumento de este elemento en el medio acuático está relacionado a diferentes actividades humanas, principalmente por el uso de fertilizantes y detergentes derivados de vertidos domésticos (Belizario et al., 2019).

4.3 PROPUESTA TECNOLÓGICA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA

Después del análisis de la calidad del agua del entorno de las islas, y con el fin de mejorar la calidad de agua y por las condiciones especiales de las islas y por su ubicación requieren ser tratados las aguas residuales mediante sistemas adecuados al entorno.

Para el tratamiento de las aguas residuales existen muchas tecnologías, sin embargo, para estas condiciones como las islas, resulta ser especial su tratamiento. En ese sentido, proponemos una tecnología que puede mejorar el tratamiento de las aguas residuales que afectan la calidad de agua en el entorno de las islas, las cuales serán como propuesta, los biodigestores anaerobios.



4.3.1 Biodigestor anaeróbico autolimpiable.

Según CONAMA (2000) los reactores aeróbicos, más conocido como biodigestor, son utilizados generalmente para el tratamiento primario de aguas residuales domesticas que minimiza el impacto sobre medio ambiente generando efluentes sólidos. Veiga (2015) define que dentro del biodigestor se produce la digestión de las aguas residuales por medio de bacterias en un ambiente anaeróbico (sin oxígeno) produciendo la degradación de la metería orgánica y generando sedimentos sólidos no agresivos y un líquido con mayor grado de limpieza que los influentes ingresan al biodigestor pudiendo ser utilizados para riego, o ser vertida directamente al cuerpo receptor.

4.3.1.1 Tecnología

La tecnología se basa en la degradación anaeróbica, conocida como fermentación, es un proceso que no necesita oxígeno y que se basa en la transformación de la materia orgánica, a través de una serie de reacciones bioquímicas, en un gas cuyos componentes principales son el metano y dióxido de carbono.

4.3.1.2 Beneficios.

- No contamina el medio ambiente.
- Reemplaza con mayor eficiencia la cámara séptica.
- De fácil mantenimiento.
- Muy sencillo de instalar debido a su base autonivelante.
- Resistente, liviano y ecológico.
- No necesita productos químicos.
- Sistema autolimpiable
- No genera olores.



4.3.1.3 Dimensiones del sistema de biodigestor.

Para el diseño del biodigestor se considerará los factores que permitan considerar las dimensiones del biodigestor.

- Flujo volumétrico.
- Características físicas, químicas y biológicas.

4.3.1.4 Determinación del flujo volumétrico

Para el diseño del biodigestor, se considera el flujo volumétrico del biodigestor para esto se identificará la cantidad de agua que se ocupará dentro del sistema.

4.3.1.5 Características físicas, químicas y biológicas.

Se deberá tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Sólidos totales, sólidos sedimentales
- pH (Unidad de pH)
- Temperatura
- Demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno

4.3.1.6 Tiempo requerido para digestión de lodos

El tiempo requerido para la digestión de lodos varia con la temperatura, para esto se empleará en la siguiente tabla.

Tabla 21. Tiempo de digestión de lodos con temperatura.

Temperatura °C	Tiempo de digestión en días
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Fuente: Norma OS.090 (2006).

- Frecuencia del retiro de lodos
- Extracción de lodos
 - El diámetro mínimo de la tubería para la remoción de lodos será de 200 mm y deberá estar ubicado 15 cm por encima del fondo del tanque.
 - La extracción de lodos se realizará cada 12 meses.

4.3.2 Diseño del biodigestor

Tabla 22. Especificaciones técnicas para el diseño de un biodigestor.

Capacidad	Zona urbana 150L/usuarios	Zona periurbana 90L/usuarios	Zona rural 40L/usuarios	A	B	C	D	E
600 L	4	7	15	0.85	1.64	0.32	0.24	0.55
1300 L	9	14	33	1.15	1.96	0.45	0.24	0.55
3000 L	20	33	75	1.45	2.67	0.72	0.2	0.55
7000 L	47	78	175	2.36	2.65	1.1	0.26	0.55

Fuente: Norma IS.020 (2012).

4.3.2.1 Diseño de biodigestor para la isla Nuevo Amanecer.

Datos:

- Número de habitantes: 16 habitantes
- Tiempo de retención de lodos (TRH) 1 día (24 horas)
- Número de usuarios según consumo diaria de agua (zona rural) = 40 L/ hab.

Cálculos:

4.3.2.2 Volumen de biodigestor para la isla Nuevo Amanecer.

$$V = \text{TRH (día)} \times Q \text{ efluente (L/día)} \times N^\circ \text{ de habitantes}$$

$$V = 1(\text{días}) \times 40 \text{ (L/día)} \times 16 \text{ hab}$$

$$V = 640 \text{ L.}$$

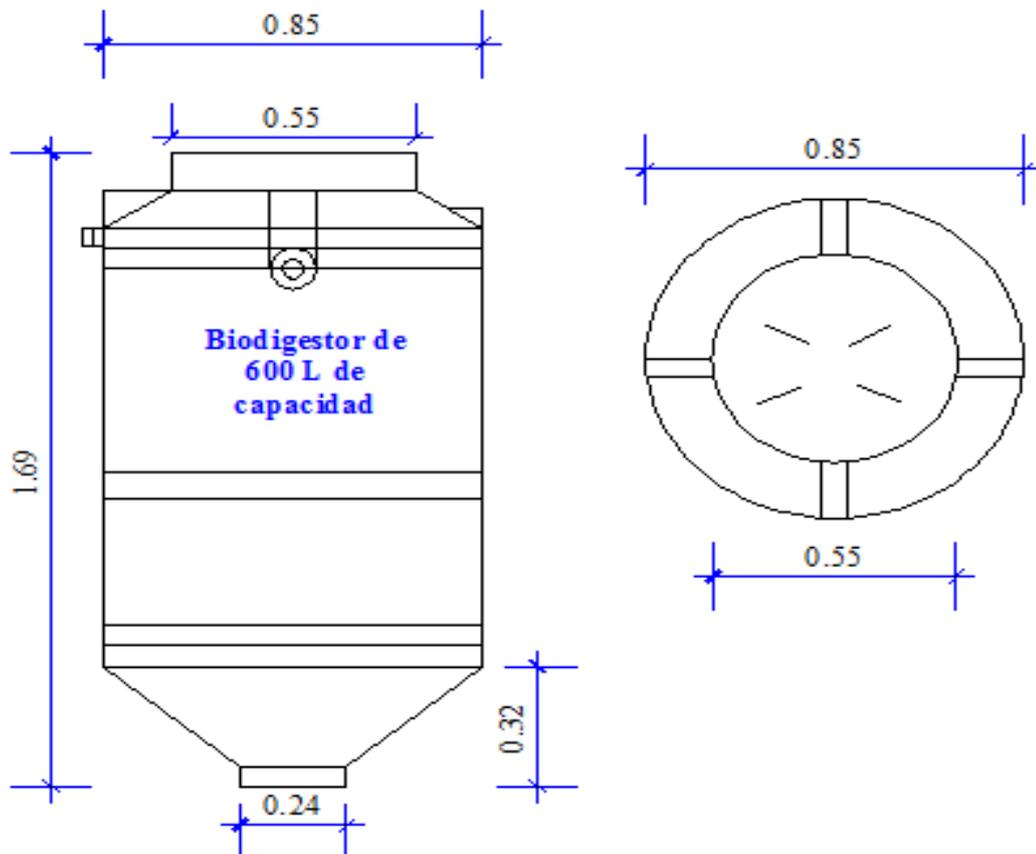


Figura 20. Dimensiones de biodigestor (m).

4.3.2.3 Diseño del biodigestor para la isla Titino Grande.

Datos:

- Número de habitantes: 23 habitantes
- Tiempo de retención de lodos (TRH) 1 día (24 horas)
- Número de usuarios según consumo diaria de agua (zona rural) = 40 L/ hab.

Cálculos:

Volumen de biodigestor

$$V = \text{TRH (dia)} \times Q \text{ efluente (L/dia)} \times N^\circ \text{ de habitantes}$$

$$V = 1(\text{dias}) \times 40 \text{ (L/dia)} \times 23 \text{ hab}$$

$$V = 920 \text{ L}$$

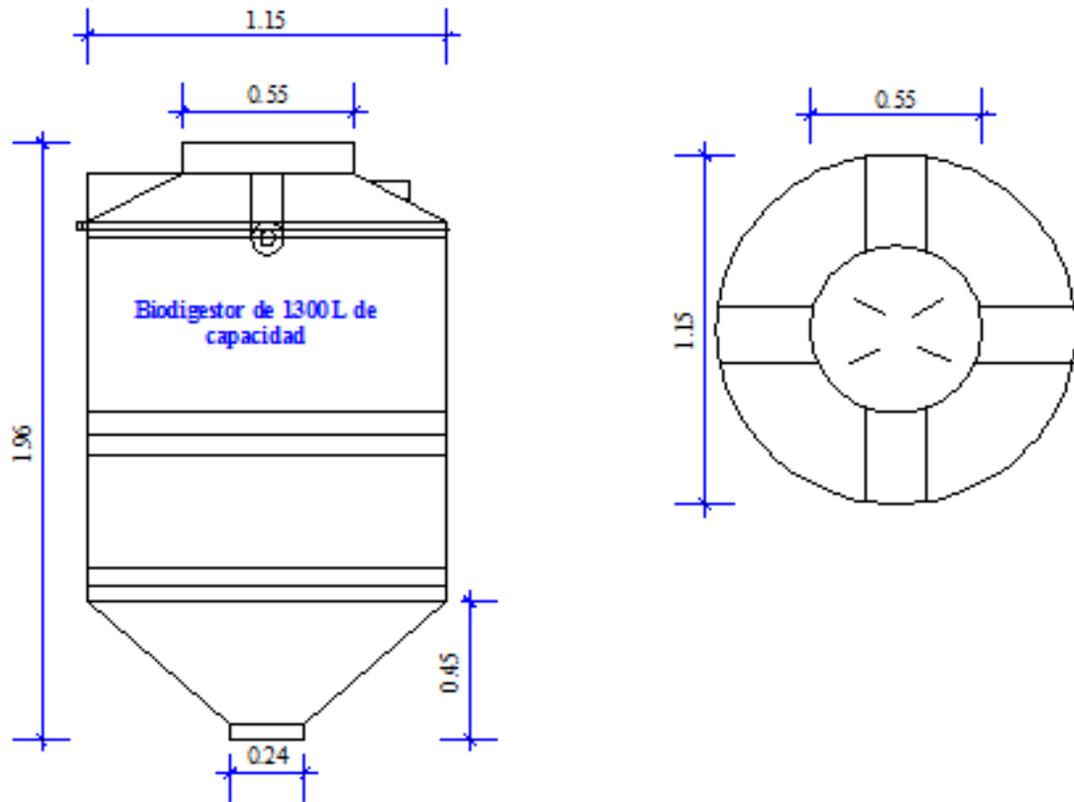


Figura 21. Dimensiones de tanque séptico (m).

Registro de lodos y biodigestor

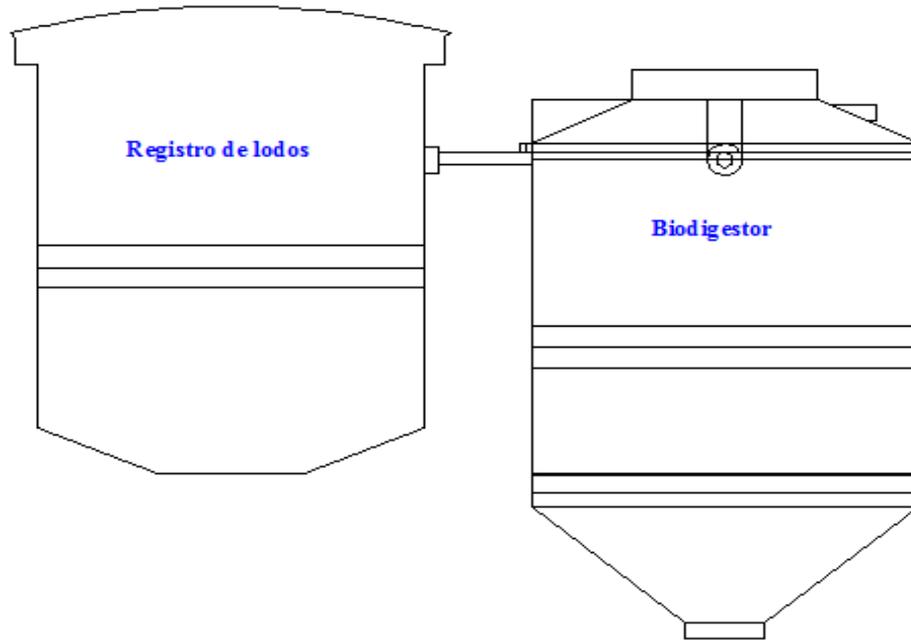


Figura 22. Registro de lodos con biodigestor



V. CONCLUSIONES

- La generación per cápita de residuos sólidos, en las islas de Titino grande y Nuevo Amanecer es de 0.266 kg/hab/día y una generación total de residuos sólidos es de 159.95 kg.
- En la evaluación de calidad de agua en torno a las islas basádonos en los parámetros físico y químico, se determinó el potencial de hidrogeno (pH) alrededor de las islas, se mostró valores que oscilan entre 7.98 a 8.68 und de pH y el oxígeno disuelto que fluctuaron entre 6.67 a 7.55 mg/L estos dos parámetros se encuentran por debajo de ECA para agua, dado para la categoría 4: Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1: lagos y lagunas. Los parámetros DBO₅ varía entre los 9.60 a 17.6 mg/L y fosforo total 1.03 a 2.05 mg/L, datos que excedieron en los valores de ECA para agua. De esto podemos señalar que los valores nos indican, que en estas zonas hay escasez de oxígeno, que necesitan los microorganismos para la eliminación de la materia orgánica biodegradables que existe de las aguas residuales, lo que podemos decir que estas aguas se encuentran contaminadas por el vertido directo de aguas residuales y que a causa de esto no son aptas para la vida acuática.
- Al realizar la propuesta del desarrollo ecosostenible podría mejorar la calidad de vida de los habitantes de las islas y la protección, conservación de los recursos naturales, mediante la instalación de biodigestores para el tratamiento de las aguas residuales domésticas y la implementación de gestión integral de residuos sólidos en dichas Islas.



VI. RECOMENDACIONES

- Con los resultados obtenidos en la presente investigación se debe emplear el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos en las islas de la Reserva Nacional del Titicaca.
- Fomentar a la municipalidad provincial de Puno para el recojo de residuos sólidos cada determinado tiempo de las islas, para así reducir con el desecho de bolsas de plástico, botellas de descartable, etc. en el lago y dentro de los totorales.
- Se recomienda ampliar los puntos de muestreo en las islas que están en zonas de amortiguamiento de la Reserva Nacional del Titicaca, con el fin de alcanzar en su totalidad de islas, esto con la finalidad de comprobar la calidad bacteriológica y físico químico de aguas.
- Se recomienda a los habitantes de las Islas a tener en cuenta el uso sostenible de los recursos naturales que brinda el lago Titicaca “zona de amortiguamiento”, para no comprometer las futuras generaciones y el uso responsable de bienes que pueden generar residuos sólidos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, O., Navarro, B. (2018). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay*. Universidad Tecnológica de los Andes - Abancay.
- American Public Health Association. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22nd ed., 13.
- ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales* (Grafica in). Lima, Peru: Biblioteca Nacional del Peru.
- Arroyo, H. y Bermudez, P. (2015). *Estudio de modelo matemático para la evaluación de la calidad del efluente de las aguas residuales de la UNCP*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Arteta, M. (2012). *Reserva Nacional del Titicaca* (pp. 3–4). pp. 3–4. Puno- Perú: Servicio de Areas Naturales Protegidas del Perú.
- Barrios, L. (2015). *Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Ayaviri-Melgar*. Universidad Nacional del Altiplano- Puno.
- Belizario, G., Capacoila, J., Huaquisto, E., Cornejo, D. A., & Chui, H. N. (2019). Determinación del contenido de fosforo y arsenico, y de otros metales contaminantes de las aguas superficiales del río Coata, afluentes del Lago Titicaca, Perú. *Rev. Boliv. Quim.*, 36(5), 223–228. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.5.4>
- Cari, C. (2017). *Sostenibilidad ambiental turistica y su incidencia en el manejo de residuos solidos de los alojamientos rurales de la Isla de Amantani*. Universidad Nacional del Altiplano - Puno.
- CONAMA. (2000). *Tecnología Convencional modificada del tipo Biológico* (p. p.4-6). p. p.4-6. Chile: Fundación Chile.
- Cornejo, D. (2014). *La contaminacion ambiental del Lago Titicaca con residuos organicos de los habitantes de las islas flotantes de los Uros frente al turismo receptivo, ciudad de Puno*. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Delgado, Y. (2019). *Factores ambientales que ponen en riesgo el desarrollo sostenible del centro histórico y zona monumental de Arequipa*. Universidad Nacional de San



- Agustin de Arequipa.
- Dominguez, A., & Flores, J. (2016). *Uso de los residuos sólidos municipales para la generación de energía eléctrica en la provincia del Santa- Chimbote*. Universidad Nacional del Santa.
- Flores, W. (2017). *Contaminacion de suelos agricolas por actividades socioeconomicas en la ribera del Lago Titicaca del Centro Poblado de Uros - Chulluni*. Universidad Nacional del Altiplano - Puno.
- Gallopin, G. (2003). *Medio ambiente y desarrollo* (Naciones U). Santiago de Chile: 2003.
- Gerencia de Medio Ambiente. (2014). Residuos sólidos. In G. de M. Ambiente (Ed.), *Anuario de estadísticas Ambientales: Vol. Vol.5* (Municipali, p. p.311). Lima, Peru: MINAM.
- Global Water Watch. (2005). *Guia para ejecutar proyectos de monitoreo de agua con participación comunitaria*.
- Gramajo, B. (2004). *Determinacion de la calidad de agua para consumo humano y uso industrial, obtenida de pozos mecanicos en la zona 11 ,Mixco,Guatemala*. Univeridad de San Carlos de Guatemala.
- Hallasi, G. (2018). *Determinación de los parámetros microbiológicos y físico-químicos de las aguas de consumo humano en las islas flotantes uros del Lago Titicaca*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Huaquisto, E., Belizario, G., & Tudela, J. W. (2020). Disponibilidad a cooperar por los servicios de sanemaiento rural. *Revista de Investigaciones de La Escuela de Posgrado*, 10(2), 1553–1565. <https://doi.org/10.26788/riepg.2020.2.171>
- INACAL. (2019, March). *Norma Tecnica Peruana NTP 900.058 2019*.
- Limachi, A. (2015). *Universidad nacional del altiplano facultad de ciencias biológicas escuela profesional de biología*. Universidad Nacional del Altiplano- Puno.
- Mamani, M. (2014). *Huancané, Diagnostico situacional y propuesta de plan de manejo de residuos sólidos en la ciudad de Huancané*. Universidad Nacional del Altiplano- Puno.
- Meza, S. Sepulveda, S. (2012). *Efecto de la conductividad eléctrica y nivel del agua sobre la reproducción de la cucha xenocara (Ancistrus triradiatus, Eigenmann 1918) bajo*



- condiciones experimentales*. 6(1), 37–46.
- MINAM. (2016). *Residuos y areas verdes* (Tiraje, Vol. 2; M. del Ambiente & C. y C. A. Dirección General de Educación, Eds.). Lima, Peru: Diciembre de 2016.
- MINAM. (2017). *Decreto Legislativo N ° 1278 , Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Lima, Peru: Diario Oficial el Peruano.
- MINAM. (2018). *Guia metodologica para el desarrollo del estudio de Caracterizacion de Residuos Solidos Municipales (EC-RSM)*. Lima, Peru.
- Miranda, J., Ubaque, G., Augusto, C., & Pinzón, P. (2015). Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. *Tecnura, Vol.19 (46, p.149-164*.
- Muñoz, A. (2008). *Caracterización y tratamiento de aguas residuales*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo - Mexico.
- MVCS. *Norma is.020 tanques sépticos. , (2012)*.
- Norma OS.090. *Plantas de tratamiento de aguas residuales. , El Peruano § (2006)*.
- OEFA. (2013). *Fiscalización Ambiental en residuos solidos de gestion municipal provincial* (pp. 9–19). pp. 9–19. Lima- Peru: OEFA.
- Ojeda, W. (2016). *Propuesta de Gestion de Residuos Solidos urbanos de la ciudad de Huancané*. Universidad Nacional del Altiplano - Puno.
- OMS. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano* (Cuarta edi). Ginebra: World Health Organization.
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable* (Tercera ed; OMS, Ed.). Suiza: Avenue Appia.
- PCM. (2014). *Estado de la calidad ambiental de la cuenca del Lago Titicaca ambito Peruano* (Primera Ed; PCM, Ed.). Puno- Perú.
- Peréz, M. A. (2012). *Conceptualización sobre el Desarrollo Sostenible : operacionalización del concepto para Colombia Conceptualization on Sustainable Development : Operationalization of the Concept for Colombia Desarrollo y ambiente desde el siglo XX*. 141–157.
- Pretell, P. (2016). *El acceso al agua y lo derechos fundamentales de los pueblos amazonicos de Loreto*. Pontifica Univerdad Catolica del Peru.



- Quiroga, R. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas* (Naciones U). Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Quispe, J. L. (2013). *Propuesta metodológica para la evaluación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domesticas mediante lagunas de estabilización – Azángaro*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Quispe, R. F., Belizario, G., Chui, H. N., Huaquisto, S., Calatayud, A. P., & Yábar, P. S. (2019). Concentración de metales pesados: Cromo, cadmio y plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, Perú. *Rev. Boliv. Quim.*, 36(2), 83–90. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.2.3>
- Raffo, E. Ruiz, E. (2014, April). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *03 de Abril de 2014, Vol. I(1)*, 73–75.
- Reinoso, G., Villa, F.A., Esquivel, E., & Garciamelo, J.E. y Vejarano, M. A. (2008). *Biodiversidad Faunistica y Floristica de la cuenca mayor del rio Saldaña (Subcuenca Anamichú)*. Vol. IV, p.15-16.
- Rischmagui, G. (2017). *Manual para el manejo de desechos sólidos en barrios populares de Tagucigalpa- Honduras* (p. p.28-35). p. p.28-35. Tegucigalpa - Honduras: Centro de Investigación Urbano Globales (GURC).
- Rodríguez, D. C. (2016). *Gestión de Aguas Residuales y Reutilización*. (pp. 21–67). pp. 21–67. Madrid- España.
- Sanchez, V. (2018). *Determinación de parámetros físicos y químicos, y su influencia en las características organolépticas en la quebrada el Herrero, Soritor, 2015*. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.
- Solano, J. Ruesta, A. (2017). *Estudio de caracterizacion de residuos solidos municipales del distrito de Catacaos* (p. p.12-30). p. p.12-30. Piura - Perú.
- Suárez, O. (2000, December). Manual para el manejo de los residuos solidos organicos e inorganicos de la plaza de minoristas Jose Maria- Medellin. *Subdireccion Ambiental*, 20.
- Suca, Q. (2014). *Manejo de residuos solidos urbanos de las localidades de Taraco y Huancané - Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Vaca, L. Sanchez, J. (2007). *Manejo de Residuos Sólidos* (CARE Inter). La Paz - Bolivia:



ABBASE.

Veiga, M. (2015). Reactor anaerobio de flujo ascendente (UASB). *Setiembre*, p. p.5-8.

Vilca, L. (2016). *Determinación de las características de los residuos sólidos domiciliarios y comerciales del distrito de Santa Ana, provincia de la convención-departamento-Cusco*. Universidad nacional de san agustín de arequipa.

ANEXOS

ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.



Figura 23. Zona de investigación



Figura 24. Reconocimiento del área de trabajo en residuos sólidos.



Figura 25. Residuos sólidos a la intemperie.



Figura 26. Residuos sólidos a la intemperie.



Figura 27. Visita de campo, zona de investigación



Figura 28. Sensibilización con respecto al manejo de residuos sólidos.



Figura 29. Recolección de residuos sólidos - Isla Nuevo Amanecer.



Figura 30. Recolección de residuos sólidos - Isla Titino Grande.



Figura 31. Separación de residuos.



Figura 32. Pesaje de residuos sólidos -Isla Nuevo Amanecer



Figura 33. Pesaje de residuos sólidos - Isla Titino Grande.



Figura 34. Residuos sólidos recolectados.

**ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO DEL MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA
ENTORNO DE LAS ISLAS DE TITINO GRANDE Y NUEVO AMANECER.**



Figura 35. Lectura “in situ” de parámetros con multiparamétrico.



Figura 36. Lectura “in situ” parámetros a 200 m. de isla.



Figura 37. Recojo de muestra de calidad de agua.



Figura 38. Retirado de muestra de agua en envase.



ANEXO 3: RESULTADOS DE LABORATORIO.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO : ANALISIS FISICOQUIMICO AGUA TITICACA M-1-01

PROCEDENCIA : ISLA TITINO GRANDE Y NUEVO AMANECER – PUNO

INTERESADO : IDENE ASQUI MAMANI

MOTIVO : Análisis FISICO QUIMICO

MUESTREO : 13/09/2018 (por la interesada)

ANÁLISIS : 14/09/2018

CARACTERÍSTICAS FÍSICOS - QUÍMICOS

PARÁMETRO	UNIDAD	
pH	Und. pH	7.35
Conductividad eléctrica	mS/cm	1.95
Dureza total (como CaCO ₃)	mg/L	205.20
Alcalinidad (como CaCO ₃)	mg/L	88.00
Cloruros (como Cl ⁻)	mg/L	297.03
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	mg/L	104.00
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/L	0.01
Calcio (como Ca ²⁺)	mg/L	53.20
Magnesio (como Mg ²⁺)	mg/L	17.42
Sólidos disueltos totales	g/L	0.98
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	9.60
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	24.00
Aceites y grasas AyG	%	0.26
Nitrogeno Total	mg/L	0.02
Fostoro Total (como P ₂ O ₅)	mg/L	1.68

Tec. Benito Parvizuez Callozapaza
 ANALISTA DE LAB. CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS
 PLANTAS, BROMATOLOGÍA DE ALIMENTOS Y FERTILIZANTES

Inge. M.Sc. Daniel Canaza Mamani
 JEFE DEL LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y PLANTAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO : ANALISIS FISICOQUIMICO AGUA TITICACA M-1-02

PROCEDENCIA : ISLA TITINO GRANDE Y NUEVO AMANECER – PUNO

INTERESADO : IDENE ASQUI MAMANI

MOTIVO : Análisis FISICO QUIMICO

MUESTREO : 13/09/2018 (por la interesada)

ANÁLISIS : 14/09/2018

CARACTERÍSTICAS FÍSICOS - QUÍMICOS

PARÁMETRO	UNIDAD	
pH	Und. pH	7.40
Conductividad eléctrica	mS/cm	2.03
Dureza total (como CaCO ₃)	mg/L	239.40
Alcalinidad (como CaCO ₃)	mg/L	105.89
Cloruros (como Cl ⁻)	mg/L	278.00
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	mg/L	98.00
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/L	0.02
Calcio (como Ca ⁺⁺)	mg/L	63.32
Magnesio (como Mg ⁺⁺)	mg/L	20.17
Sólidos disueltos totales	g/L	1.02
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	16.00
Demanda química de oxígeno (DBO)	mg/L	40.00
Aceites y grasas AyG	%	0.21
Nitrogeno Total	mg/L	0.04
Fostoro Total (como P ₂ O ₅)	mg/L	1.96

Tec. Benito Perini
 ANALISTA DE LOS CONSULTORES DE AGUAS Y SUELOS
 PLANTAS, EDIFICACIÓN DE ALBERGUES Y FERTILIZANTES

Ing. M.Sc. Daniel Canaze Wamani
 JEFE DEL LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y PLANTAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO : ANALISIS FISICOQUIMICO AGUA TITICACA M-2-01

PROCEDENCIA : ISLA TITINO GRANDE Y NUEVO AMANECER – PUNO

INTERESADO : IDENE ASQUI MAMANI

MOTIVO : Análisis FISICO QUIMICO

MUESTREO : 13/09/2018 (por la interesada)

ANÁLISIS : 14/09/2018

CARACTERÍSTICAS FÍSICOS - QUÍMICOS

PARÁMETRO	UNIDAD	
pH	Und. pH	7.29
Conductividad eléctrica	mS/cm	1.80
Dureza total (como CaCO ₃)	mg/L	207.10
Alcalinidad (como CaCO ₃)	mg/L	97.06
Cloruros (como Cl ⁻)	mg/L	296.01
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	mg/L	100.00
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/L	0.01
Calcio (como Ca ⁺⁺)	mg/L	52.44
Magnesio (como Mg ⁺⁺)	mg/L	18.34
Sólidos disueltos totales	g/L	0.90
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	12.80
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	32.00
Aceites y grasas AyG	%	0.19
Nitrogeno Total	mg/L	0.03
Fostoro Total (como P ₂ O ₅)	mg/L	1.03

Ing. M.S. Danie Canaze Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y PLANTAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO : ANALISIS FISICOQUIMICO AGUA TITICACA M-2-02

PROCEDENCIA : ISLA TITINO GRANDE Y NUEVO AMANECER – PUNO

INTERESADO : IDENE ASQUI MAMANI

MOTIVO : Análisis FISICO QUIMICO

MUESTREO : 13/09/2018 (por la interesada)

ANÁLISIS : 14/09/2018

CARACTERÍSTICAS FÍSICOS - QUÍMICOS

PARÁMETRO	UNIDAD	
pH	Und. pH	7.25
Conductividad eléctrica	mS/cm	1.70
Dureza total (como CaCO ₃)	mg/L	247.00
Alcalinidad (como CaCO ₃)	mg/L	70.59
Cloruros (como Cl ⁻)	mg/L	309.21
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	mg/L	108.00
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/L	0.02
Calcio (como Ca ⁺⁺)	mg/L	47.12
Magnesio (como Mg ⁺⁺)	mg/L	31.18
Sólidos disueltos totales	g/L	0.85
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	17.60
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	44.00
Aceites y grasas AyG	%	0.25
Nitrogeno Total	mg/L	0.05
Fostoro Total (como P ₂ O ₅)	mg/L	2.05

Tec. Bernabé Paredes Callaqui
 ANALISTA EN CONTROL Y CALIDAD DE AGUA
 PLANTAS, BRIGADA DE AGUAS Y FERTILIZANTES

Ing. M.S. David Canaza Mamani
 Ing. Agrónomo

ANEXO 4: Normas legales (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM)

10

NORMAS LEGALES

Miércoles 7 de junio de 2017 / El Peruano

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

DECRETO SUPREMO
N° 004-2017-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;

Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;

Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,

publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1.- Objeto de la norma

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:

- B1. Contacto primario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

- B2. Contacto secundario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a) Subcategoría D1: Riego de vegetales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

- Ríos de la costa y sierra

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

- Ríos de la selva

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos

- Estuarios

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

- Marinos

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precísese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

Artículo 6.- Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.

b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.

c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.

d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

Artículo 7.- Verificación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua fuera de la zona de mezcla

7.1 En cuerpos naturales de agua donde se vierten aguas tratadas, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, entendida esta zona como aquella que contiene el volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química.

7.2 Durante la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental, las autoridades competentes consideran y/o verifican el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, en aquellos parámetros asociados prioritariamente a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o actividad.

7.3 La metodología y aspectos técnicos para la determinación de las zonas de mezcla serán establecidos por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y la autoridad competente.

Artículo 8.- Sistematización de la información

8.1 Las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno, que realicen acciones de vigilancia, monitoreo, control, supervisión y/o fiscalización ambiental remitirán

al Ministerio del Ambiente la información generada en el desarrollo de estas actividades con relación a la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, a fin de que sirva como insumo para la elaboración del Informe Nacional del Estado del Ambiente y para el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

8.2 La autoridad competente debe remitir al Ministerio del Ambiente la relación de aquellos cuerpos naturales de agua exceptuados de la aplicación del ECA para Agua, referidos en los literales a) y c) del artículo 6 del presente Decreto Supremo, adjuntando el sustento técnico correspondiente.

8.3 El Ministerio del Ambiente establece los procedimientos, plazos y los formatos para la remisión de la información.

Artículo 9.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, el Ministro de Agricultura y Riego, el Ministro de Energía y Minas, la Ministra de Salud, el Ministro de la Producción y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial.

Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua

Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas

El Ministerio del Ambiente, en un plazo no mayor a seis (6) meses contado desde la vigencia de la presente norma, establece los métodos de ensayo o técnicas analíticas aplicables a la medición de los ECA para Agua aprobados por la presente norma, en coordinación con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las autoridades competentes.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- Instrumento de gestión ambiental y/o plan integral en trámite ante la Autoridad Competente

Los titulares que antes de la fecha de entrada en vigencia de la norma, hayan iniciado un procedimiento administrativo para la aprobación del instrumento de gestión ambiental y/o plan integral ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Agua vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los titulares deberán considerar lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Agua aprobados mediante el presente Decreto Supremo.

Segunda.- De la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas

Para la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, la Autoridad Nacional del Agua, tomará en cuenta los ECA para Agua considerados en la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

Tercera.- De la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en cuerpos naturales de agua no categorizados

En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del



recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA
DEROGATORIA**

**Única.- Derogación de normas referidas a
Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Niquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₈ - C ₄₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoforno	mg/L	0,1	**	**
Cloroforno	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodoclorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃⁻-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃⁻).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N ($\text{NO}_2\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitritos (NO_2).

(e) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{E_{\text{CAcloroformo}}} + \frac{C_{\text{dibromoclorometano}}}{E_{\text{CA dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{bromodichlorometano}}}{E_{\text{CA bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{bromoformo}}}{E_{\text{CA bromoformo}}} \leq 1$$

Dónde:

C= concentración en mg/L y
ECA= Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano).

(f) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.
Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 1:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FÍSICOS- QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos ($\text{NO}_3\text{-N}$)	mg/L	10	**
Nitritos ($\text{NO}_2\text{-N}$)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Niquel	mg/L	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**
<i>Giardia duodenalis</i>	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
<i>Salmonella spp</i>	Presencia/100 ml	0	0
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

Nota 2:

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.
- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.
- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
FISICOS- QUIMICOS					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0082	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0
ORGÁNICO					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
Bifenilos Policlorados					
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1 000	200
	NMP/100 ml	≤ 88 (área restringida) (d)			

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃⁻-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃⁻).

(d) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

Área Restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 3:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoniaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃).

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoniac Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

Nota:

(*)El estándar de calidad de Amoniac total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoniac-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoniac (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
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 Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	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 ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -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
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
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

ORGÁNICO

Bifenilos Policlorados

Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04	0,045
------------------------------	------	------	-------

PLAGUICIDAS

Paratión	µg/L	35	35
----------	------	----	----

Organoclorados

Aldrin	µg/L	0,004	0,7
Clordano	µg/L	0,006	7
Dicloro Difencil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001	30
Dieldrin	µg/L	0,5	0,5
Endosulfán	µg/L	0,01	0,01
Endrin	µg/L	0,004	0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	0,03
Lindano	µg/L	4	4

Carbamato

Aldicarb	µg/L	1	11
----------	------	---	----

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO

Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminths	Huevo/L	1	1	**

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 4:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Rios		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FISICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organoclorados						
Aldrin	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000019	0,000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Rios		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

- (a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
 (b) Después de la filtración simple.
 (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ($\text{NO}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3).
 Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 5:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.
- (1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoniaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH_3) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.
- (2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoniaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3).

Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoniaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3)

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
Salinidad 10 g/kg								
7,0	41,00	29,00	20,00	14,00	9,40	6,60	4,40	3,10
7,2	26,00	18,00	12,00	8,70	5,90	4,10	2,80	2,00
7,4	17,00	12,00	7,80	5,30	3,70	2,60	1,80	1,20
7,6	10,00	7,20	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,84
7,8	6,60	4,70	3,10	2,20	1,50	1,10	0,75	0,53
8,0	4,10	2,90	2,00	1,40	0,97	0,69	0,47	0,34
8,2	2,70	1,80	1,30	0,87	0,62	0,44	0,31	0,23
8,4	1,70	1,20	0,81	0,56	0,41	0,29	0,21	0,16
8,6	1,10	0,75	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11
8,8	0,69	0,50	0,34	0,25	0,18	0,14	0,11	0,08
9,0	0,44	0,31	0,23	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 20 g/kg								
7,0	44,00	30,00	21,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10
7,2	27,00	19,00	13,00	9,00	6,20	4,40	3,00	2,10
7,4	18,00	12,00	8,10	5,60	4,10	2,70	1,90	1,30
7,6	11,00	7,50	5,30	3,40	2,50	1,70	1,20	0,84
7,8	6,90	4,70	3,40	2,30	1,60	1,10	0,78	0,53
8,0	4,40	3,00	2,10	1,50	1,00	0,72	0,50	0,34
8,2	2,80	1,90	1,30	0,94	0,66	0,47	0,31	0,24
8,4	1,80	1,20	0,84	0,59	0,44	0,30	0,22	0,16
8,6	1,10	0,78	0,56	0,41	0,28	0,20	0,15	0,12
8,8	0,72	0,50	0,37	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08
9,0	0,47	0,34	0,24	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 30 g/kg								
7,0	47,00	31,00	22,00	15,00	11,00	7,20	5,00	3,40
7,2	29,00	20,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10	2,20
7,4	19,00	13,00	8,70	5,90	4,10	2,90	2,00	1,40
7,6	12,00	8,10	5,60	3,70	3,10	1,80	1,30	0,90
7,8	7,50	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,81	0,56

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
8,0	4,70	3,10	2,20	1,60	1,10	0,75	0,53	0,37
8,2	3,00	2,10	1,40	1,00	0,69	0,50	0,34	0,25
8,4	1,90	1,30	0,90	0,62	0,44	0,31	0,23	0,17
8,6	1,20	0,84	0,59	0,41	0,30	0,22	0,16	0,12
8,8	0,78	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11	0,09
9,0	0,50	0,34	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07

Notas:

(*)El estándar de calidad de Amoniaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 7,0 a 9,0, Temperatura de 0 a 35°C, y Salinidades de 10, 20 y 30 g/kg. Para comparar la Salinidad de las muestras de agua superficial, se deben tomar la salinidad próxima inferior (30, 20 o 10) al valor obtenido en la muestra, ya que la condición más extrema se da a menor salinidad. Asimismo, para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoniaco-N ($\text{NH}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 1.22 para expresarlo en las unidades de Amoniaco (NH_3).

NOTA GENERAL:

- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.

- Los valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.

- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1529835-2