

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“PROPUESTA DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO  
MEDIANTE EL USO DE BIODIGESTORES PARA MEJORAR LA  
SALUD DE LOS POBLADORES DEL DEPARTAMENTO DE  
MOQUEGUA 2023”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. RENATO ISIDORO SUAREZ SOSA**

**Bach. ERICKA CELESTE TESILLO FLORES**

**TACNA – PERÚ**  
**2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“PROPUESTA DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO  
MEDIANTE EL USO DE BIODIGESTORES PARA MEJORAR LA  
SALUD DE LOS POBLADORES DEL DEPARTAMENTO DE  
MOQUEGUA 2023”**

Tesis sustentada y aprobada el 18 de noviembre del 2023; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE: Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES**

**SECRETARIO: Mtro. JIMMI YURY SILVA CHARAJA**

**VOCAL: Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE**

**ASESOR: Mtro. FREDY RICHARD CONDORI GOMEZ**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Renato Isidoro Suarez Sosa y Ericka Celeste Tesillo Flores, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 73229271 y 73512283, así como Fredy Richard Condori Gomez, con DNI 42564239; declaramos en calidad de autores y asesor que:

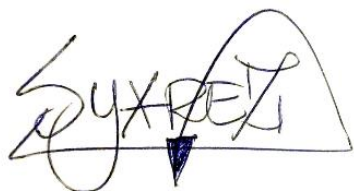
1. Somos autores de la tesis titulada: *“Propuesta de una Unidad Básica de Saneamiento Mediante el uso de Biodigestores para mejorar la Salud de los Pobladores del Departamento de Moquegua”* la cual presentamos para optar el: Título Profesional de *Ingeniero Civil*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a La Universidad toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a La Universidad y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previo de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 03 de noviembre del 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'SUAREZ' with a large flourish above it.

---

Bach. Renato Isidoro Suarez Sosa

DNI 73229271

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Tesillo Flores' with a large flourish above it.

---

Bach. Ericka Celeste Tesillo Flores

DNI 73512283

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Condori Gomez' with a large flourish above it.

---

Mtro. Fredy Richard Condori Gomez

DNI 42564239

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a toda mi familia por la fortaleza, fidelidad y amor brindado en todo este largo camino. En especial a mi madre Gabina que desde el cielo me cuida y guía mis pasos.

A mis padres Angelita y Marino quienes con su esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un logro más, gracias por enseñarme el ejemplo de esfuerzo, valentía y superación, y de no tener miedo a las adversidades porque Dios siempre está conmigo.

**Renato Isidoro Suarez Sosa**

A mi madre, Margarita Amparo Flores Chipana que es mi motor principal en esta etapa profesional. En la cual siempre me ha impulsado a seguir adelante a pesar de los obstáculos en el camino. Gracias a su esfuerzo, empeño y a su trabajo soy ahora una profesional.

A mi abuelo, Raymundo Flores Nina, que ha sido como una figura paterna durante toda mi vida en la cual siempre tuve su apoyo.

**Ericka Celeste Tesillo Flores**

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos expresar nuestro agradecimiento en primer lugar a Dios, quien con su bendición nos guio a concluir esta tesis.

Nuestro profundo agradecimiento a nuestra casa de estudios superiores Universidad Privada de Tacna, a toda la Facultad de Ingeniería de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, a nuestros docentes quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que podamos crecer día a día como profesionales.

Finalmente queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al Mtro. Fredy Richard Condori Gómez quien fue el principal colaborador durante todo este proceso y permitió el desarrollo y conclusión de este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

PAGINA DE JURADOS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRAC.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Descripción del Problema .....	2
1.2. Formulación del Problema .....	3
1.2.1. Problema General .....	3
1.2.2. Problema Específicos .....	3
1.3. Justificación e importancia.....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Hipótesis .....	4
1.5.1. Hipótesis General .....	4
1.5.2. Hipótesis Especificas .....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Antecedentes de la investigación .....	6
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	6
2.1.1. Antecedentes Nacionales .....	7
2.1.2. Antecedentes Locales .....	9
2.2. Bases Teóricas .....	9
2.3. Definición de Términos.....	26
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	28
3.1. Diseño de Investigación .....	28
3.2. Acciones y Actividades.....	28

3.3.	Materiales y/o instrumentos.....	28
3.4.	Población y/o muestra de estudio.....	29
3.5.	Operacionalización de Variables .....	30
3.5.1.	Identificación y/o Caracterización de las Variables.....	30
3.5.2.	Tipo de estudio .....	31
3.5.3.	Nivel de investigación .....	31
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis estadístico .....	31
3.6.1.	Información Básica.....	31
3.6.2.	Reconocimiento de las instalaciones del Anexo Alto Coplay .....	34
3.6.3.	Formulación de la encuesta.....	34
CAPITULO IV: RESULTADOS.....		35
4.1.	Resultados de la encuesta.....	35
4.2.	Diseño de biodigestor para unidad básica de saneamiento - arrastre hidráulico.....	50
4.2.1.	Datos Básicos para el Dimensionamiento:.....	50
4.2.2.	Diseño Hidráulico del Biodigestor:.....	51
4.3.	Diseño de la Zanja de Infiltración.....	54
4.3.1.	Datos Básicos para el Dimensionamiento:.....	54
4.3.2.	Diseño Hidráulico: .....	54
4.3.3.	Diseño de los Requerimientos de la Zanja de Infiltración:.....	55
4.3.4.	Zanja de Infiltración:.....	55
4.3.5.	Pozo de Absorción: .....	55
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN .....		57
CONCLUSIONES.....		58
RECOMENDACIONES .....		59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		60
ANEXOS.....		63



**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Identificación y/o Caracterización de las Variables .....	30
Tabla 2. Vías de Acceso al Anexo de Alto Coplay.....	33
Tabla 3. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 1 .....	35
Tabla 4. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 2.....	36
Tabla 5. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 3.....	37
Tabla 6. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 4.....	38
Tabla 7. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 5.....	39
Tabla 8. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 6.....	40
Tabla 9. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 7.....	41
Tabla 10. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 8.....	42
Tabla 11. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 9.....	43
Tabla 12. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 10 .....	44
Tabla 13. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 11 .....	45
Tabla 14. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 12 .....	46
Tabla 15. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 13 .....	47
Tabla 16. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 14 .....	48
Tabla 17. Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 15 .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes del biodigestor .....	12
Figura 2. Partes del biodigestor .....	14
Figura 3. Esquema de un biodigestor .....	18
Figura 4. Pilares de la sostenibilidad ambiental.....	22
Figura 5. Ubicación del Distrito de Torata .....	32
Figura 6. Ubicación del Anexo alto Coplay .....	32
Figura 7. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°01 .....	35
Figura 8. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°02 .....	36
Figura 9. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°03 .....	37
Figura 10. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°04 .....	38
Figura 11. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°05 .....	39
Figura 12. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°06 .....	40
Figura 13. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°07 .....	41
Figura 14. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°08 .....	42
Figura 15. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°09 .....	43
Figura 16. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°10 .....	44
Figura 17. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°11 .....	45
Figura 18. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°12 .....	46
Figura 19. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°13 .....	47
Figura 20. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°14 .....	48
Figura 21. Representación gráfica de los resultados de la Pregunta N°15 .....	49
Figura 22. Dotación de agua potable.....	50
Figura 23. Modelo de biodigestor - Vista Lateral .....	53
Figura 24. Modelo de biodigestor - Vista Frontal .....	53
Figura 25. Realización de encuestas a los pobladores.....	68
Figura 26. Visita al Anexo de Alto Coplay.....	68
Figura 27. Viviendas rusticas donde residen la población de Alto Coplay .....	69
Figura 28. Viviendas rusticas donde reside la población de Alto Coplay .....	69
Figura 29. Ingreso principal al Anexo de Alto Coplay .....	70
Figura 30. Visitando a los pobladores para realizar las encuestas .....	70
Figura 31. Realizando encuestas a pobladores.....	71
Figura 32. Sistema de excretas actual de la zona .....	71
Figura 33. Encuestando a pobladores de la zona.....	72
Figura 34. Finalizando la visita al Anexo de Alto Coplay .....	72

Figura 35. Fotografía panorámica de la ubicación del Anexo de Alto Coplay .....	73
Figura 36. Fotografía de los servicios higiénicos actualmente en la localidad .....	73

**INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de Consistencia .....	63
Anexo 2. Validación de Expertos.....	65
Anexo 3. Encuestas .....	67
Anexo 4. Fotografías .....	68

## RESUMEN

La presente tesis fue desarrollada a través de la iniciativa de los tesistas en coordinación con el asesor y el sector beneficiario. El objetivo general de la tesis es determinar una adecuada propuesta de Unidad Básica de Saneamiento para mejorar la calidad de vida de los pobladores del Departamento de Moquegua 2023. Para el desarrollo de esta investigación se trabajó con una población de 171 pobladores del Anexo de Alto Coplay de los cuales se cogió una muestra de 119 pobladores, así también el diseño de la investigación fue no experimental donde se aplicó un tipo de estudio básico, ya que, se empleó conocimientos de temas relacionados a unidades básicas de saneamiento y biodigestores, mientras que, el nivel de investigación es explicativo porque se tiene la finalidad de determinar la influencia de los biodigestores en el departamento de Moquegua. Así mismo, para la obtención de datos se utilizó herramientas estadísticas (encuestas). Frente a la problemática que presentan los pobladores que no cuentan con agua potable se realizó la propuesta de diseño de biodigestor para Unidad Básica de Saneamiento mediante arrastre hidráulico para un periodo de diseño de 20 años con una tasa de crecimiento anual de 0.83%. Finalmente se procesaron los datos y los resultados respaldan la viabilidad de la implementación de biodigestores como una solución de saneamiento en la comunidad, ya que, reconocen su importancia para la mejorar de la calidad de vida.

**Palabras Claves:** Unidad Básica de Saneamiento, arrastre hidráulico, Calidad de vida, Biodigestores.

## ABSTRACT

This thesis was developed through the initiative of the thesis students in coordination with the advisor and the beneficiary sector. The general objective of the thesis is to determine an adequate proposal for a Basic Sanitation Unit to improve the quality of life of the inhabitants of the Department of Moquegua 2023. For the development of this research we worked with a population of 171 inhabitants of the Alto Coplay Annex, from which a sample of 119 inhabitants was taken. The design of the research was non-experimental where a basic type of study was applied, since knowledge of topics related to basic sanitation units and biodigesters was used, while the level of research is explanatory because the purpose is to determine the influence of biodigesters in the department of Moquegua. Likewise, statistical tools (surveys) were used to obtain data. In response to the problems of the inhabitants who do not have drinking water, a proposal was made to design a biodigester for a Basic Sanitation Unit using hydraulic dragging for a design period of 20 years with an annual growth rate of 0.83%. Finally, the data were processed and the results support the feasibility of implementing biodigesters as a sanitation solution in the community, since they recognize their importance for improving the quality of life.

**Keywords:** Basic Sanitation Unit, hydraulic drag, Quality of life, Biodigesters

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años el mundo ha estado lidiando con una pandemia sin precedentes. A pesar de que el acceso al agua potable es un derecho humano reconocido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), aún hay comunidades en todo el mundo que carecen de estos servicios básicos. Esto representó un desafío significativo en el tiempo de pandemia, donde la higiene y la limpieza fueron fundamentales; Según Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se estima que aproximadamente el 30 % de la población en el Perú en zonas rurales no cuentan con acceso al agua potable.

La ausencia de servicios básicos de saneamiento como el agua potable afectaron en todas las regiones del Perú; Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA) la falta de acceso al agua es un problema muy serio. Las principales causas para no poder universalizar el acceso al agua son el crecimiento poblacional, los costos elevados del servicio, la complejidad de los sistemas de gestión del agua. Esto no solo contribuye a los problemas sociales existentes, sino también obstaculiza su desarrollo integral y sostenible. En nuestro país, todavía existe muchos pueblos, anexos o centros poblados que carecen de servicios de salud básicos, lo que resulta en un alto índice de enfermedades infecciosas. Para prevenir la propagación de enfermedades, es crucial abordar las deficiencias en el saneamiento básico y priorizar la implementación rápida de proyectos relacionados con agua potable. Actualmente la Población del Anexo de Alto Coplay presenta problemas con el abastecimiento de agua potable, así también de diversas enfermedades gastrointestinales, es por eso que se opta por la elaboración de una propuesta de diseño de Unidad Básica de Saneamiento mediante el uso de Biodigestores que permita a todos los pobladores acceder y mejorar las condiciones de vida en su comunidad.

El objetivo de este trabajo es crear una solución a través de una “Propuesta de una Unidad Básica de Saneamiento Mediante el uso de Biodigestores para mejorar la Salud de los Pobladores del Departamento de Moquegua”, este planteamiento se centra principalmente en dos elementos claves: La implementación de una Unidad Básica de Saneamiento, que incluye biodigestor autolimpiables. El biodigestor se considera como una opción sostenible para el saneamiento rural, ya que implica un tratamiento primario in situ antes de desechar el agua residual doméstica.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del Problema

En el mundo la falta de acceder a servicios básicos de saneamiento presenta un desafío que enfrentan las comunidades, así mismo se ve un incremento significativo de población en las zonas urbanas y rurales. En el siglo XXI aún existe sectores que no presentan este servicio; según la Organización Mundial de la Salud (OMS), existe gran cantidad de hogares que no tienen acceso a instalaciones sanitarias adecuadas, lo que aumenta significativamente el riesgo de enfermedades y su propagación; así la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS) manifiesta que en África, cerca del 60 % de los individuos de áreas urbanas se encuentran en asentamientos sin presencia de estos servicios, ni electricidad.

En el Perú, el gobierno debe brindar servicios a estas zonas precarias, para mejorar la calidad de vida de los pobladores que residen en zonas rurales; sin embargo, actualmente persisten amplias disparidades en términos de calidad y acceso a estos servicios básicos. El 23 de diciembre del 2021 se aprobó el Plan Nacional de Saneamiento que según fuentes del ENAPRES 2020, 2.9 millones de peruanos (8.8%) no tienen este servicio y 7.5 millones (23.2%) no cuentan con alcantarillado. Además, solo el 41.6 % accede al servicio de agua potable. No obstante, hay diferencia en la accesibilidad entre áreas rurales y urbanas, en el agua u otras maneras de tratamiento de otros residuos donde la población de menor poder adquisitivo es la más afectada, además se destaca el tema de la igualdad relacionado con la falta de acceso al saneamiento. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en relación a los resultados del año 2021 el departamento de Moquegua tiene un 82.5 % de áreas con este servicio de saneamiento ubicándose en el cuarto lugar a nivel nacional, mientras que en el área urbana y rural se ubica en el noveno y tercer lugar con un porcentaje de 89.5 % y 58.4 % respectivamente.

En el Anexo de Alto Coplay por ser una localidad alejada del Departamento de Moquegua no presentan este sistema saneamiento, esto da lugar a que la comunidad satisfaga las necesidades en los alrededores; generando la propagación de diversas enfermedades y poniendo en riesgo su salud. En la actualidad, el Anexo de Alto Coplay alberga una población susceptible a enfermarse. Por tal motivo, surge la problemática de proponer una Unidad Básica de Saneamiento mediante el uso de un biodigestor, con un sistema de arrastre hidráulico que permita a los habitantes del Anexo Alto Coplay del Departamento de Moquegua, tener una mejor calidad de vida.



## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál sería la propuesta de una Unidad Básica de Saneamiento para mejorar la calidad de vida de los pobladores del Departamento de Moquegua 2023?

### **1.2.2. Problema Específicos**

- a. ¿Cuál es el impacto que generará el uso de una unidad básica de saneamiento mediante un biodigestor en los pobladores del departamento de Moquegua, 2023?
- b. ¿Cómo la implementación de una unidad básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores mejorará la calidad de vida en los pobladores del departamento de Moquegua, 2023?
- c. ¿En qué medida la propuesta de una Unidad básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores mejorará la salud a los pobladores del departamento de Moquegua, 2023?

## **1.3. Justificación e importancia**

El acceso a estos servicios básicos de saneamiento influye en el crecimiento de las capacidades productivas en el país además mejora la calidad en las comunidades, con adecuadas condiciones y también reduce la presencia de infecciones de diarrea, enfermedades dérmicas y parásitos. No obstante, el crecimiento de la población se ha incrementado de tal manera que se han formado comunidades sin tener estos servicios de saneamiento.

En el Departamento de 'Moquegua', especialmente en zonas rurales, existe un acceso limitado a sistemas de saneamiento. En la actualidad la población del Anexo Alto Coplay, utiliza letrinas de hoyos para sus necesidades primarias, así como muestra en el anexo 4 de fotografías en la Figura 32 y Figura 36 siendo vulnerables a enfermedades que genera la propagación de mosquitos y olores, lo que conlleva a la acumulación y al precario tratamiento. Esto no solo afecta el entorno físico, sino que también aumenta el riesgo de enfermedades transmitidas por bacterias y contaminación ambiental.

El tener un acceso limitado a servicios de saneamiento genera efectos a la salubridad de las comunidades; con la implementación del 'saneamiento' mediante el

uso de biodigestores se permitirá mejorar las condiciones higiénicas y sanitarias, reduciendo la presencia de enfermedades por el agua y mejorando la calidad de vida de los pobladores. Por consiguiente, el trabajo busca mejorar la salud de los pobladores del Anexo Alto Coplay mediante una propuesta de una Unidad Básica de Saneamiento con el uso de un biodigestor.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar qué propuesta de Unidad Básica de Saneamiento mejorará la calidad de vida de los pobladores del Departamento de Moquegua 2023.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- a. Evaluar el impacto que generará el uso de una Unidad Básica de Saneamiento mediante un Biodigestor en los pobladores del departamento de Moquegua, 2023.
- b. Determinar como la implementación de una unidad básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores mejora la calidad de vida para la población del departamento de Moquegua, 2023.
- c. Determinar en qué medida la propuesta de la unidad básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores mejorará la salud de los pobladores del departamento de Moquegua, 2023.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis General**

La propuesta de la Unidad Básica de Saneamiento mediante el uso de biodigestores mejorará la calidad de vida de los pobladores del Departamento de Moquegua 2023.

### **1.5.2. Hipótesis Específicas**

- a. El impacto que genera el adecuado uso de una básica de saneamiento mediante un biodigestor es positivo para los pobladores del Departamento de Moquegua, 2023.
- b. La implementación de una unidad básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores mejora la calidad de vida para la población del departamento de Moquegua, 2023.
- c. La propuesta de una unidad básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores influye positivamente en el mejoramiento de la salud de los pobladores del departamento de Moquegua, 2023.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Parrales & Menendez (2021) *Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domiciliarias con Biodigestores para la Comunidad el Ramito, Parroquia la Unión del Cantón Jipijapa.*

En la actualidad, hay áreas donde no se cuenta con un sistema de saneamiento municipal debido a la escasez de recursos económicos, agravada por la crisis económica en Ecuador. Por ello, es crucial desarrollar una solución alternativa para el manejo apropiado y sanitario de las aguas residuales domésticas, sin ocasionar impactos negativos en el medio ambiente. El objetivo de este proyecto es implementar un sistema para tratar las aguas residuales de los hogares utilizando biodigestores como tanques sépticos. Este sistema abarca todos los componentes necesarios para llevar a cabo el proceso de tratamiento sanitario. Con el fin de promover prácticas constructivas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, se ha diseñado previamente un sistema de tratamiento de aguas residuales domiciliarias que se utiliza biodigestores o tanques sépticos. En la localidad de El Ramito, ubicada en la Parroquia Rural La Unión del cantón Jipijapa, se planea diseñar previamente un sistema de biodigestores. En este lugar, no se lleva a cabo un adecuado proceso de tratamiento de aguas negras. Por tanto, esta investigación tiene como objetivo promover la aplicación alternativa de biodigestores para el tratamiento y gestión de aguas residuales en esta área.

Menéndez (2020). *Diseño de un modelo genérico para el tratamiento de aguas residuales domiciliarias a través de tanques biodigestores, sitio Chade Cantón Jipijapa*

El propósito de este trabajo se centra en el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante el uso de biodigestores en la localidad de Chade, ubicada en el Cantón Jipijapa. En una primera fase, se llevó a cabo una evaluación del lugar, revelando condiciones insalubres, incluyendo la acumulación de desechos sólidos y la presencia de malos olores. Esto se debía a que las aguas residuales de las viviendas no recibían ningún tipo de tratamiento y se eliminaban en lugares como pozos sépticos, ríos y suelos sin tratamiento previo. Utilizando herramientas de investigación y métodos estadísticos, se demostró que en el recinto Chade no se aplicaba ningún tratamiento a las aguas residuales, según los diferentes valores porcentuales obtenidos en el análisis

estadístico. Al sugerir la implementación de un biodigestor como una opción para tratar las aguas residuales, el objetivo de este proyecto es difundir una alternativa económica para el tratamiento de aguas servidas. Además, se busca que diversas instituciones puedan considerar esta opción en el futuro, especialmente en áreas donde, desafortunadamente, no existen servicios básicos disponibles.

Moreno & Tuza (2019). *Diseño del sistema de agua potable y saneamiento para el recinto los guayabillos de la parroquia bellavista del cantón Santa Cruz, Provincia de Galápagos*

El proyecto pretende solucionar estos problemas mediante la implementación de un sistema de agua potable y saneamiento en el poblado. El sistema de agua potable consta de una recolección de aguas residuales de un pozo profundo y el agua es conducida mediante bombas sumergibles a una planta de tratamiento, la cual consta primero de aireadores de bandejas, clarificadores y filtros para recolectar el agua en depósitos poco profundos, donde pasa a desalinización que genera agua apta para consumo humano y lo almacena en un tanque de reserva, donde se bombea agua potable a 20 metros cúbicos de agua para luego distribuirla a las personas. El sistema ha sido desarrollado de acuerdo con la normativa vigente del SENAGUA. Las evaluaciones del impacto ambiental nos ayudarán a brindar soluciones a las posibles consecuencias de la implementación del proyecto. Mediante un análisis económicos y financieros indican que el proyecto es factible antes de que finalice el periodo de diseño

### **2.1.1. Antecedentes Nacionales**

Arismendiz & Lopez (2022). *Propuesta de diseño de unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico en el sector de Jorge Chávez – Tambogrande – Piura.*

La principal meta de estudio fue elaborar una propuesta para diseñar sistemas básicos de saneamiento por arrastre hidráulico en la zona de Jorge Chávez. Se optó por una investigación de carácter no experimental y descriptivo; donde los participantes del estudio fueron los residentes del área de Jorge Chávez. Para llevar a cabo la investigación se utilizaron normas técnicas peruanas, cuestionarios, entre otros métodos. Los resultados estudio indicaron que la principal problemática que afecta a este sector es la escasez de agua y la falta de servicios básicos de saneamiento. Por esta razón fue necesario desarrollar un sistema de abastecimiento de agua que se extienda a lo largo de 4000 metros desde el centro poblado. El conducto principal tiene como longitud de 3.14km, mientras que la red de distribución principal abarca una distancia de 586 metros y su rama más larga mide 120 metros. Además, se calcularon

las dimensiones de las unidades Básicas de Saneamiento para establecer los parámetros de cada una de ellas, junto con sus componentes. También se creó un plan detallado para operar y mantener estas unidades, garantizando así su funcionamiento adecuado, limpieza y cuidado, lo que ayudará a prolongar su vida útil. En últimas instancia, se llegó a la conclusión de que la implementación de estas unidades contribuirá significativamente a mejorar la salud y el bienestar de las 86 familias que residen en esta localidad.

Bogarín & Antialón (2019) *Implementación del biodigestor en unidades básicas de saneamiento para mejorar la salud de los pobladores de Coyartuna, La Libertad 2019.*

Este proyecto es una investigación aplicada de naturaleza tecnológica, ya que tiene como objetivo comprender, intervenir, construir y modificar una problemática real. Se enfoca en establecer correlaciones y se recopiló datos tal como se encontraban en el sitio de investigación. Para llevar a cabo este trabajo, se utilizaron técnicas de observación, encuestas y otros estudios necesarios para la instalación del biodigestor. Las herramientas incluyeron el uso de laboratorios y fichas técnicas para recopilar la información necesaria. La muestra consistió en 34 jefes de familia y se centró en la implementación del biodigestor en Unidades Básicas de Saneamiento, con el objetivo de mejorar la salud de la población, siendo este el alcance del estudio. El propósito principal de esta tesis fue establecer la aplicación del biodigestor en las Unidades Básicas de Saneamiento con el fin de elevar el estado de salud de los habitantes de Coyartuna, situado en el Distrito de Huancaspata en la Región La Libertad, 2019.

Juarez (2018). *Propuesta de Unidades Básicas de Saneamiento de Arrastre Hidráulico para Minimizar Enfermedades de Origen Hídrico.*

La siguiente investigación busca responder a la pregunta ¿Cómo se pueden reducir las enfermedades transmitidas por el agua mediante la introducción de unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico en el anexo de Huancaya Huancavelica? Con este propósito en mente, se desarrolló el objetivo principal de mitigar las enfermedades de origen hídrico mediante la implementación de estas unidades en el anexo mencionado. Además, se planteó la hipótesis central de que la incidencia de enfermedades de origen hídrico disminuirá de manera significativa con la adopción de las unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico en Huancaya-Huancavelica. El enfoque de investigación seguido en esta tesis es el método científico con un énfasis en lo cuantitativo. Se trata de una investigación aplicada con un nivel explicativo y no

experimental. La población bajo estudio comprende 20 viviendas, siendo una población conocida, lo que elimina la necesidad de realizar muestreos, ya que se trabajará con todas las viviendas a través de un censo. La conclusión principal que se alcanzó es que la implementación de las unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico en el anexo de Huancaya-Huancavelica llevará a una reducción significativa de las enfermedades transmitidas por el agua.

### **2.1.2. Antecedentes Locales**

Leon (2018). *Evaluación de la eficiencia de los biodigestores en el tratamiento de las aguas residuales domésticas en la localidad de Chibaya Baja – Torata – Moquegua*

Este estudio se llevó a cabo en Chibaya Baja, Torata, Moquegua, con el objetivo de analizar la efectividad del biodigestor en el tratamiento de las aguas residuales domésticas. Para alcanzar este objetivo, se realizaron observaciones y evaluaciones constantes, teniendo en cuenta tanto los aspectos fisicoquímicos como los bacteriológicos del sistema de tratamiento. La etapa de experimentación se llevó a cabo en la zona de Chibaya Baja, donde se realizaron tomas de muestra periódicas del flujo de aguas que entraban y salían del biodigestor. Estas muestras se recopilaron cada 15 días durante un mes, lo que dio como resultado un total de 3 muestras. Se llevaron a cabo análisis de estas muestras para examinar sus características físico químicas y bacteriológicas. Los resultados del laboratorio indicaron que el tratamiento de las aguas residuales domésticas fue efectivo en los parámetros evaluados: DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) con un 59.51%, DQO (Demanda Química de Oxígeno) con un 49.16%, aceites y grasas con un 35.92%, sólidos totales en suspensión con un 52.78%, y coliformes fecales (termo tolerantes) con un 89.19%. Estos valores se compararon con los límites máximos permisibles establecidos por el MINAM, según el Decreto Supremo N°003-2010. Se verificará que la DBO y DQO exceden los límites permitidos, lo que indica que estas aguas no deben ser vertidas en cuerpos de agua como ríos, lagos o aguas subterráneas de acuerdo con las normativas.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Saneamiento**

Es el conjunto de medidas y acciones destinadas a mejorar y mantener la salud pública, especialmente a través del suministro de agua limpia, la disposición segura de desechos sólidos y la promoción de prácticas higiénicas en comunidades y entornos habitacionales. Lo que garantiza dar condiciones seguras y saludables en relación con

el agua, el aire y el entorno para prevenir enfermedades y promover el bienestar de las personas. (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2012).

Un saneamiento deficiente expone a los niños a enfermedades y desnutrición, lo que puede afectar su desarrollo general, su aprendizaje y sus futuras oportunidades económicas (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2012).

Aunque el saneamiento ha mejorado en algunas partes del mundo, millones de niños de zonas pobres y rurales siguen desatendidos (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2012).

La falta de saneamiento puede ser una barrera para el bienestar personal y la sostenibilidad. El derecho a la educación está en riesgo cuando los niños, especialmente las niñas, no tienen acceso a instalaciones sanitarias adecuadas en las escuelas y entornos de aprendizaje. (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2012).

Cuando los sistemas de salud están abrumados y los niveles de productividad caen, la economía sufre. Sin servicios básicos de saneamiento, las personas no tienen más opción que utilizar baños públicos inadecuados o defecar al aire libre, lo que plantea riesgos para la salud y los medios de vida (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2012).

Incluso en comunidades donde hay letrinas disponibles, el control de la basura puede no ser suficiente. Si son difíciles de limpiar o no están diseñados o mantenidos para contener, transportar y eliminar de manera segura los excrementos, los desechos pueden entrar en contacto con las personas y el medio ambiente. Estos factores hacen que el desarrollo sostenible sea prácticamente imposible. (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2012).

La práctica de la defecación al aire libre, ya sea en campos, arbustos o cerca de cuerpos de agua, puede tener consecuencias graves para la salud pública. Las heces expuestas pueden contaminar alimentos, agua y el entorno, propagando enfermedades graves como el cólera. (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2012).

Además de la mala higiene, el contacto con las heces sigue siendo una de las principales causas de mortalidad, morbilidad, desnutrición y retraso del crecimiento infantil, y puede afectar negativamente al desarrollo cognitivo de los niños (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2012).



La defecación al aire libre no sólo perjudica la salud y el bienestar públicos, sino que también socava la dignidad y la seguridad de las personas, especialmente de las niñas y las mujeres (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2012).

### **2.2.2. Unidad Básica de Saneamiento**

Es un sistema que garantiza el bienestar y la salud de las personas, siempre y cuando se utilice y mantenga de manera adecuada. Este sistema engloba un baño completo que incluye un inodoro, un lavabo y una ducha, además de su propio mecanismo para el tratamiento de las aguas residuales. (Campoverde, 2019).

Este sistema está diseñado para tratar las aguas residuales domésticas utilizando un biodigestor, una zanja de percolación y/o un pozo percolador. Es la opción ideal para zonas rurales que no tienen acceso a servicios de saneamiento. Involucra una estructura que comprende instalaciones sanitarias, un depósito elevado para almacenar agua, un biodigestor con arrastre hidráulico para el tratamiento de aguas residuales, y lavabos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

### **2.2.3. Biodigestor**

“Es un producto que fue generado por una empresa privada para optimizar el tratamiento de las aguas residuales. En donde el Biodigestor Autolimpiable Rotoplas tiene como función el tratamiento primario de aguas residuales proveniente de los domicilios mediante un sistema de retención y degradación séptica anaerobia de la materia orgánica. El agua tratada se infiltra en el terreno circundante a través de una zanja de infiltración o pozo de absorción, según el tipo de terreno y zona” (Rotoplas,2020).

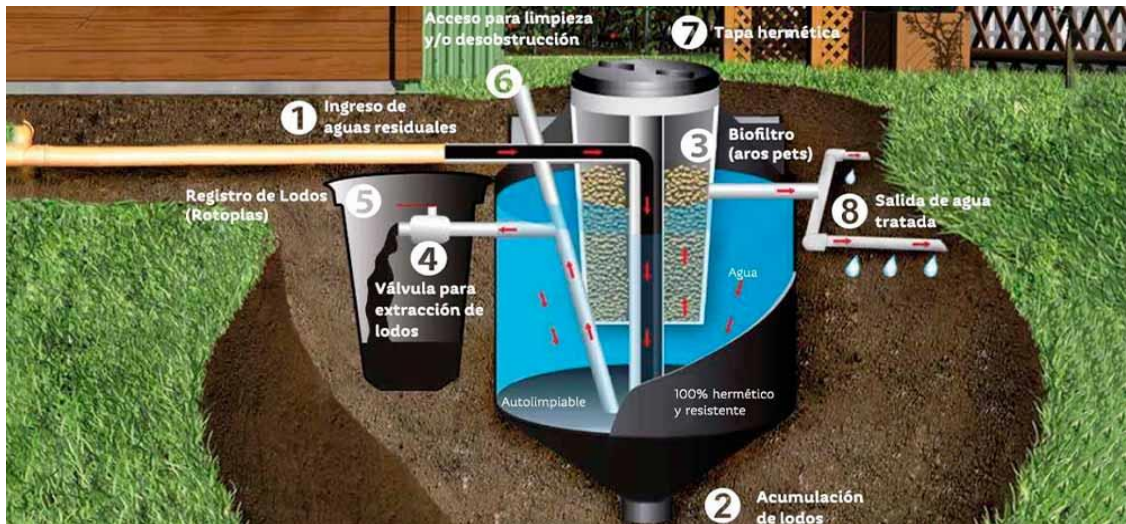
El biodigestor es un contenedor de desechos orgánicos cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor) en el que se almacena material orgánico fermentable (excrementos animales y humanos, desechos vegetales) (Laboratorio, 2022).

La fermentación anaeróbica de los frutos (debido a su acidificación, etc.) en una determinada dilución en agua genera biogás y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, además, se reduce el potencial de contaminación del estiércol (Laboratorio, 2022).

La Figura 1 se muestra los componentes del biodigestor donde se detalla cada parte indicando su función, donde se debe cumplir los 7 pasos correspondientes para un buen funcionamiento de la Unidad Básica de Saneamiento.

### Figura 1

#### Componentes del biodigestor



*Nota:* Esta figura representa los componentes de un Biodigestor de la marca Rotoplas (2020).

- Tubo PVC de 4 pulgadas para desagüe del inodoro.
- Sistema de filtración biológica con anillos de plásticos (pets).
- Tubo PVC de 2 pulgadas para el drenaje del agua trata hacia el campo de infiltración o el pozo de absorción.
- Dispositivo de válvula esférica utilizado para limpiar y extraer sedimentos, junto con una tubería de PVC de 2 pulgadas diseñada para facilitar la limpieza y desbloqueo.
- En la parte superior, hay una tapa de cierre hermético de 18 pulgadas que se abre y cierra con un mecanismo de clic.
- Posee una base cónica para una mejor acumulación de lodos.
- Un accesorio en forma de "T" de 4 pulgadas que posibilita el acceso directo para desbloquear o eliminar materiales solubles.
- Cuenta con tres anillos que proporcionan una mayor resistencia estructural, previniendo posibles deformaciones.

Los pasos para construir el biodigestor son:

- Seleccionar un recipiente apropiado: Se necesita un recipiente lo bastante amplio para almacenar los materiales orgánicos.
- Preparar el recipiente: Hacer una apertura en la parte superior para introducir los materiales orgánicos y otra en un lado para eliminar los residuos.
- Preparar la base del biodigestor, lo que implica cavar un hoyo en el suelo lo bastante profundo para enterrar una porción del recipiente. Esto ayuda a mantener una temperatura constante y estimular la actividad de los microorganismos.
- Poner el contenedor en el agujero: el contenedor debe estar bien nivelado y estable en el hoyo excavado.
- Conectar un tubo en la apertura de entrada del recipiente para introducir los materiales orgánicos. Este tubo debe ser lo bastante largo para llegar al nivel del suelo
- Cerrar las uniones: emplear un sellador hermético para garantizar que las conexiones de las tuberías estén adecuadamente selladas y prevenir posibles filtraciones.
- Introducir los materiales orgánicos: se añaden los componentes orgánicos al biodigestor utilizando la tubería de ingreso.
- Sellar el biodigestor: poner una cubierta hermética en la parte superior del recipiente y asegurarla adecuadamente para mantener el ambiente anaeróbico
- Recoger las aguas residuales: usar una tubería para recopilar las aguas grises producidas en la vivienda a través del biodigestor

Ventajas

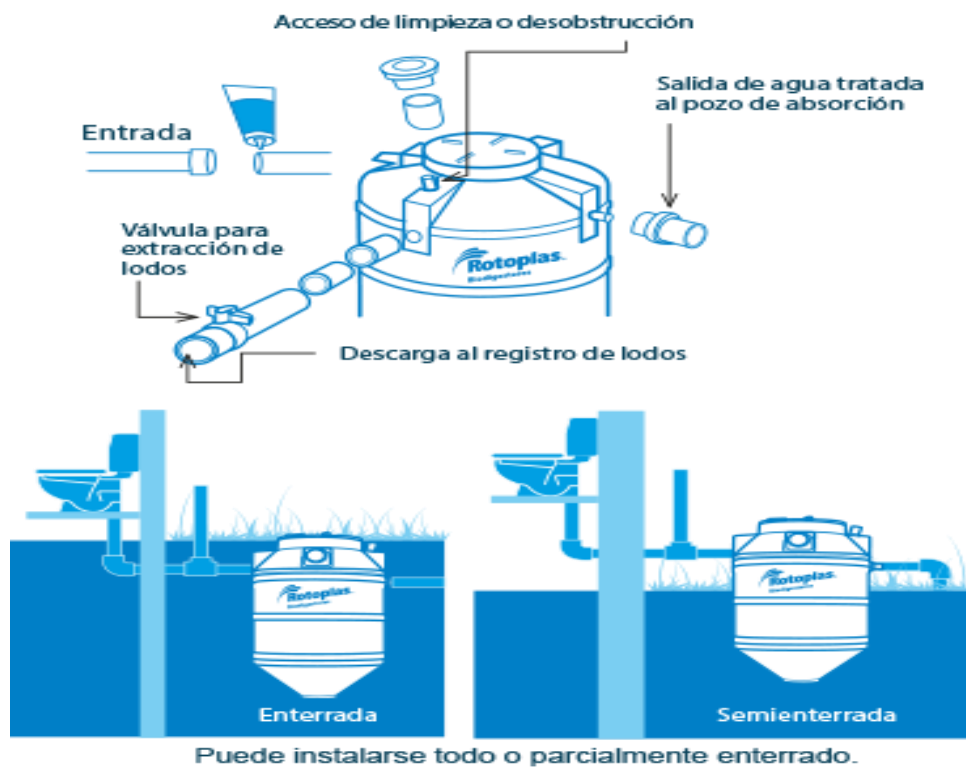
- Auto limpiante; no necesita bombas ni dispositivos mecánicos para sacar los sedimentos, ya que basta con abrir una válvula para eliminarlos, eliminando así los gastos y las molestias asociadas al mantenimiento.
- Prefabricado; fácil de transportar e instalar.
- No produce olores desagradables, lo que posibilita su instalación dentro del hogar
- No presenta grietas o fisuras, a diferencia de los sistemas tradicionales de concreto, asegurando un confinamiento seguro de las aguas residuales domésticas y evitando la contaminación de los niveles freáticos.
- Mayor capacidad para eliminar componentes de las aguas residuales domésticas en comparación con los sistemas convencionales de concreto.
-

- Su base de forma cónica, con un ángulo de 45°, elimina zonas inactivas, asegurando así la eliminación del lodo tratado. Además, asegura que los materiales que podrían haber ingresado, como bolsas plásticas, papel, toallas higiénicas, pañales desechables, etc., quedan atrapados en el punto medio, evitando obstrucciones. Estos materiales pueden ser retirados abriendo la tapa de 18 pulgadas y usando un alambre doblado en forma de gancho a través de la tubería de 4 pulgadas para capturar los objetos que bloquean el flujo de agua residual
- Larga vida útil: 25 años.

En la Figura 2 se muestra las partes del biodigestor, donde se puede observar que existe dos maneras de instalación: enterrada y semienterrada lo que se debe tener en consideración que ambos modos de instalación deben tener una caja de registro.

**Figura 2**

*Partes del biodigestor*



*Nota.* Esta figura representa las partes de la instalación de un Biodigestor de la marca Rotoplas (2020).

### 2.2.3.1. Funcionamiento de Biodigestor

Los biodigestores se ofrecen como una tecnología que brinda a la materia orgánica una nueva oportunidad para producir energía renovable y fertilizantes naturales (Rapera, 2023).

Su funcionamiento depende de la acción de microorganismos, principalmente bacterias, que descomponen la materia orgánica en un entorno sin oxígeno. (Rapera, 2023).

Un biodigestor es un dispositivo que descompone materiales orgánicos como desechos vegetales, animales, alimentos no consumidos y otros residuos orgánicos en un proceso anaeróbico. Su objetivo es generar biogás y fertilizante natural. (Rapera, 2023).

El biogás está compuesto por diversos gases, siendo principalmente una mezcla de metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), junto con sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S). Este biogás tiene aplicaciones que incluyen su uso en cocinas, para generar electricidad o como combustible en vehículos (Rapera, 2023).

Aparte de generar biogás, las instalaciones del bioambiente producen un líquido residual llamado digestato, que es abundante en nutrientes y puede emplearse como un fertilizante natural en actividades agrícolas. Los biodigestores funcionan mediante el proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica. (Rapera, 2023).

El funcionamiento del biodigestor consiste en las fases:

- **Alimentación del tanque:** La fase inicial implica llenar el tanque de tratamiento biológico con materiales orgánicos biodegradables como estiércol, desechos de plantas y alimentos no utilizados, entre otros. Es crucial que estos materiales estén triturados y descompuestos previamente para facilitar la descomposición y mejorar la eficacia del proceso. (Rapera, 2023).
- **Procesamiento anaeróbico:** Cuando los materiales orgánicos se descomponen, se genera un entorno anaeróbico, es decir, sin oxígeno. Esto ocurre debido al cierre hermético del sistema de tratamiento biológico, que impide el ingreso de aire. La ausencia de oxígeno estimula la actividad de bacterias y otros microorganismos anaeróbicos que descomponen la materia orgánica. (Rapera, 2023).
- **Producción de biogás:** En el proceso de descomposición anaeróbica, los microorganismos desintegran los materiales orgánicos, liberando principalmente metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Estos gases se capturan en recipientes

específicos para formar el biogás. Debido a su ligereza en comparación con el aire, el biogás tiende a acumularse en la parte superior del biodigestor. (Rapera, 2023).

- **Almacenamiento y utilización de biogás:** El gas generado, conocido como biogás, puede ser guardado en depósitos o sistemas de almacenamiento adecuados. A partir de allí, puede emplearse en diversas aplicaciones, como generación de energía, calefacción, cocina e incluso como combustible para vehículos. Para utilizar el biogás, es necesario contar con un sistema de tuberías y control que transporte el gas hacia los sistemas que lo aprovechan (Rapera, 2023).
- **Proceso de digestión:** La descomposición también genera un líquido secundario llamado digestato, rico en nutrientes y útil como fertilizante natural en la agricultura. Es fundamental destacar que los tanques de digestión biológica pueden variar en diseño y tamaño para adecuarse a las cantidades y tipos de materiales orgánicos disponibles en cada situación particular. Además, para garantizar un proceso eficaz y constante, es esencial monitorear y controlar cuidadosamente los parámetros de la planta de biorremediación, incluyendo la temperatura, el pH y la carga orgánica (Rapera, 2023).

#### 2.2.3.2. Ventajas del biodigestor:

- **Producción de energía sostenible:** Las plantas del biodigestor producen biogás, una fuente de energía renovable.
- **Reducción de residuos orgánicos:** Los biodegradadores pueden utilizar residuos orgánicos.
- **Fertilizante natural:** El residuo de biogás es un subproducto líquido del proceso de digestión biológica. Es rico en nutrientes y puede utilizarse como fertilizante natural en la agricultura.
- **Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero:** Al recolectar y utilizar el biogás producido en tanques de biodigestión, se puede evitar el metano en la atmósfera (Rapera, 2023).

#### 2.2.3.3. Desventajas del biodigestor:

- **Inversión inicial requerida:**  
La construcción de un biodigestor puede requerir una inversión inicial significativa en equipos y materiales.
- **Mantenimiento y cuidado requeridos**  
Los biodigestores requieren mantenimiento y conservación adecuados para garantizar un funcionamiento óptimo. Es necesario un suministro constante de materia orgánica para que el biodigestor funcione eficazmente.

- **Impacto limitado en las áreas urbanas**

Las instalaciones de biodigestores son generalmente más factibles en áreas rurales o áreas con un suministro constante de desechos orgánicos (Rapera, 2023).

#### 2.2.3.4. Tipos de Biodigestor

Existen dos tipos principales de plantas de biotratamiento: de flujo continuo y de flujo discontinuo.

- **Flujo irregular o discontinuo:**

La carga de todos los materiales fermentables se completa al inicio del proceso y la descarga de aguas residuales al final del proceso; si se producen de forma continua, suele requerir más mano de obra y espacio para almacenar la materia prima y tanques de almacenamiento de gas (ya que la cantidad de gas generado durante el proceso varía mucho, alcanzando su punto máximo en las etapas intermedias) o fuentes alternativas para suministrarlo (Laboratorio, 2022).

- **Flujo continuo:**

En el proceso de fermentación, la carga de materiales fermentables y la descarga de aguas residuales se realizan de forma continua o en pequeños lotes (por ejemplo, una vez al día, una vez cada 12 horas) y se prolongan indefinidamente; generalmente requieren menos mano de obra, pero requieren más fluidez o movilización mecánica de la mezcla y el tanque de gas (si no son completamente continuos) (Laboratorio, 2022).

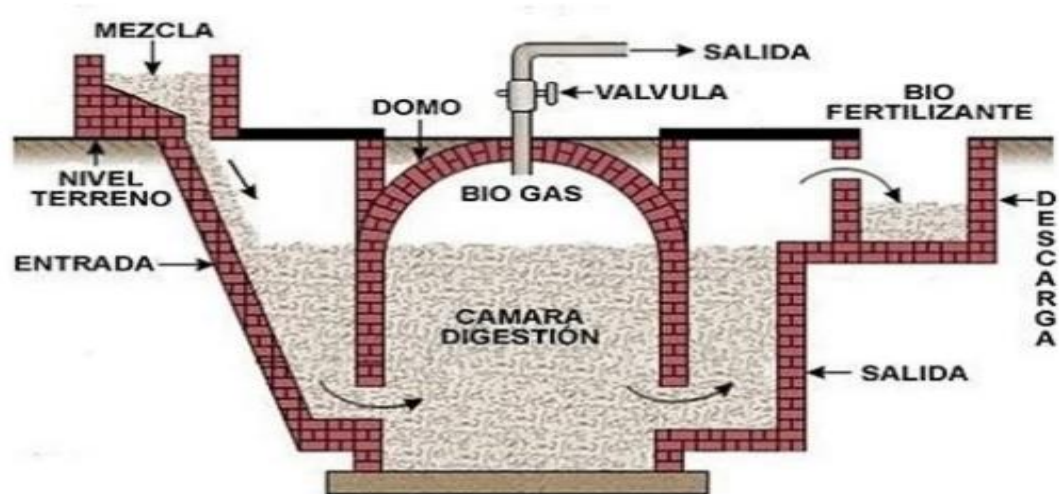
Existen tres tipos de plantas de biodegradación de flujo continuo.

- De cúpula fija
- Máquina de cúpula móvil
- Salchichas, taiwanesas, CIPAV o biodigestor casero barato (Laboratorio, 2022).

En la Figura 3 se muestra un esquema de un biodigestor llamado “Salchichas” donde años pasados se implementó en países a nivel de Sudamérica.

**Figura 3**

*Esquema de un biodigestor*



*Nota.* Extraído de (Manufactureros, 2014)

Biodigestor de Salchichas ha sido desarrollado e implementado ampliamente en países del Sudeste Asiático, pero en Sudamérica sólo países como Cuba, Colombia, Brasil y Costa Rica han desarrollado esta tecnología (Laboratorio, 2022).

Estos modelos de sistemas bioambientales domésticos están hechos de carcasas tubulares de polietileno y se caracterizan por su bajo costo, fácil instalación y mantenimiento, y solo requieren materiales locales para su construcción. Por tanto, se consideran "tecnología apropiada" (Laboratorio, 2022).

La falta de leña para cocinar en varias partes de Bolivia hace que estos sistemas sean interesantes por su amplia difusión, distribución y distribución. Los hogares agrícolas suelen poseer una pequeña cantidad de ganado (por ejemplo, dos o tres vacas) y, por lo tanto, pueden utilizar estiércol para producir combustible y mejorar los fertilizantes naturales. (Laboratorio, 2022).

Es crucial tener en cuenta el alto índice de enfermedades respiratorias, especialmente entre las mujeres que inhalan humo al cocinar en espacios confinados usando leña o estiércol seco. Al quemar biogás, no se produce humo visible y la cantidad de cenizas generadas es significativamente menor que la producida por la quema de leña. (Laboratorio, 2022).



#### **2.2.4. Salud Pública**

El concepto es muy diverso, pero la Organización Mundial de la Salud lo ha reconocido muy claramente. (International Online Education, 2004).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud pública de la siguiente manera: "La salud pública es la respuesta organizada de la sociedad para promover, mantener y proteger la salud pública y prevenir enfermedades, lesiones y discapacidades. (International Online Education, 2004).

Cabe señalar que, si bien este es un concepto muy preciso, la mayoría de entidades utilizan el término simple.

Según la Organización Mundial de la Salud, para satisfacer las demandas de todas las partes interesadas, la salud pública debe cumplir ciertos estándares de calidad satisfactorios (International Online Education, 2004):

- **Eficacia**

Este fundamento hace referencia a aspectos como el conocimiento, la experiencia y las habilidades utilizadas por los profesionales del servicio.

- **Oportunidad**

Hace referencia a la buena atención prestada al paciente en el momento adecuado, en el instante preciso, independientemente de su patología y tratamiento.

- **Seguridad**

Este principio significa que ningún tratamiento o intervención médica debe causar o empeorar la lesión existente del paciente.

- **Eficiencia**

Significa que cada paciente debe recibir la atención que necesita en el tiempo especificado y al menor costo posible. Además, la implementación y ejecución del trabajo requiere la menor cantidad de recursos posible.

- **Igualdad**

Indica que características como sexo, raza, creencias religiosas, ideología política, ubicación geográfica, nivel socio económico o cualquier otro adjetivo no pueden suponer bajo ningún tipo de circunstancia una desigualdad, debido a que la salud debe ser impartida por igual para todos los individuos

### - **Atención centrada en el paciente**

Este fundamento se basa en la interacción respetuosa con los pacientes, lo que significa que los pacientes nunca deben ser juzgados y mucho menos por su ideología, creencias, gustos, calidad de vida, orientación sexual y otros factores (International Online Education, 2004).

#### **2.2.5. Diseño de una Unidad Básica de Saneamiento con biodigestores**

Se compone de dos paredes: una interna que sirve como aislante térmico y refuerza la estructura, mientras que la pared exterior está diseñada para ser suave y resistente al desgaste mediante el uso de aditivos. Esta estructura incluye varios elementos, como una cabina de baño equipada con ducha, inodoro, lavabo y ventilación; una zona multifuncional para lavado; una caja de inspección; un biodigestor de polietileno de la marca Rotoplas; un sistema para desechar residuos y un pozo de absorción. Rotoplas (2020).

#### **2.2.6. Pozo de percolación**

Este sistema facilita la eliminación adecuada de los desechos humanos con el objetivo de salvaguardar la salud pública y prevenir la contaminación ambiental. Involucra una estructura que garantiza la privacidad del usuario y debe ubicarse a una distancia superior a los 15 metros de las fuentes de agua potable, en un nivel más bajo que estas. Además, es necesario que se instale en un lugar seguro, alejado del riesgo de inundaciones o del contacto con aguas superficiales. Los desechos pueden depositarse directamente en el pozo a través de una abertura en el suelo o ser arrojados con agua mediante un balde, que, debido a la presión, lleva los desechos a través de una tubería hacia el pozo. (SEDAPAL, 2020).

#### **2.2.7. Impacto Ambiental**

Según Espinoza (2002, p. 31), La Evaluación de Impacto Ambiental es una precaución que se toma para evaluar las posibles consecuencias, tanto positivas como negativas, que un proyecto podría tener en el entorno. Su objetivo es proponer medidas para reducir estos impactos a niveles aceptables, con la finalidad de prevenir posibles daños en el futuro. Este estudio también incluye planes para mitigar y responder a situaciones de emergencia. Una de las ventajas clave de la Evaluación de Impacto Ambiental radica en su contribución a la sostenibilidad del medio ambiente, ya que examina de manera exhaustiva las decisiones y proporciona información valiosa para orientar dichas decisiones.

Las acciones de mitigación implican descubrir prácticas más efectivas para eliminar, reducir o compensar los efectos adversos. También se busca salvaguardar a las personas mediante la inclusión de un plan de acción claramente definido y consensuado, así como la implementación oportuna y adecuada de estas medidas.

El proceso de evaluación de un impacto Ambiental es la identificación y clasificación ambiental, es importante para justificar el proyecto mediante observaciones claras y precisas.

### **2.2.8. Sostenibilidad**

La Comisión de las Naciones Unidas define la sostenibilidad como "satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". Hoy en día, casi 140 países en desarrollo en todo el mundo están buscando formas de satisfacer sus necesidades de desarrollo, pero a medida que la amenaza del cambio climático se vuelve más grave, se necesitan esfuerzos reales para garantizar que el desarrollo de hoy no tenga impactos negativos o negativos en las generaciones futuras. (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible son un plan para mejorar la vida de las personas en todo el mundo y mitigar los peligrosos impactos antropogénicos del cambio climático.

ODS 13: La Acción por el Clima exige la integración de medidas de prevención del cambio climático en los planes de desarrollo.

El ODS 14: Vida bajo el agua y el ODS 15: Vida en la tierra también exigen prácticas más sostenibles en el uso de los recursos naturales de la Tierra (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

#### **- Sostenibilidad Ambiental**

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), es "el conjunto de factores naturales, sociales, económicos y culturales que rodean a las personas" (Wiese, 2018).

La sostenibilidad ambiental es un equilibrio que es resultado de una relación armoniosa entre el hombre y la naturaleza circundante que persiste en el tiempo, es decir, es sostenible. (Wiese, 2018)

En la Figura 4 se muestra los pilares de la sostenibilidad ambiental en la cual se menciona el cuidado del agua, consumo de energía, consumo de sostenibilidad y reciclaje.

## Figura 4

### *Pilares de la sostenibilidad ambiental*



*Nota:* Extraído de Wiese (2018)

El objetivo de la sostenibilidad ambiental es proteger el medio ambiente del que dependen las personas y minimizar el impacto de la actividad humana sobre él.

- **Cuidado del agua**

El objetivo de la sostenibilidad ambiental es proteger el medio ambiente del que dependen las personas y minimizar el impacto de la actividad humana sobre él.

- **Consumo de energía**

Utilizar nuevas fuentes de energía (energía eólica, energía solar) que tengan un menor impacto en el medio ambiente. Es muy importante promover una cultura de conservación de energía.

- **Consumo de combustible**

Minimizar al máximo el consumo de combustible y fomentar el uso compartido de coches, bicicletas, etc.

- **Reciclaje**

Coloque los contenedores de reciclaje en un lugar de fácil acceso y etiquete claramente los materiales que se almacenarán en cada contenedor. Es importante aprovechar al máximo los residuos generados y darles una nueva finalidad (Wiese, 2018).

### **2.2.9. Saneamiento básico ambiental**

El saneamiento es el proceso de identificación y evaluación de factores de riesgo ambiental. Las actitudes y prácticas inadecuadas a nivel de hogar, comunidad y distrito determinan los resultados de salud. Estos diagnósticos están diseñados para identificar y abordar problemas (Prado, 2016).

El saneamiento ambiental es una función de salud pública y tiene como objetivo controlar, reducir o prevenir riesgos derivados de determinadas condiciones del entorno natural y social. Puede afectar la salud y el confort de personas y grupos (Prado, 2016).

Según la Organización Mundial de la Salud, la salud ambiental es “una disciplina que incluye:

La salud humana, incluida la calidad de vida, está determinada por factores ambientales físicos, químicos, biológicos, sociales y psicosociales (Prado, 2016).

Por eso ayuda a mejorar las condiciones de vida y reducir la pobreza, prevenir el hambre y la desnutrición y garantizar la salud de las personas, reducir la mortalidad infantil (riesgo de enfermedad), promover la gestión y conservación de la equidad y los recursos naturales; Saneamiento ambiental, también conocido como higiene (Prado, 2016).

La remediación ambiental implica el mantenimiento de los elementos ambientales (naturales y creados artificialmente) en condiciones adecuadas para el desarrollo de los seres vivos (Prado, 2016).

Personas de forma individual o colectiva. En salud básica, estas actividades estaban relacionadas con mejorar las condiciones subyacentes que afectaban la salud es el abastecimiento de agua, eliminación de excrementos, residuos sólidos, alojamiento y control (Prado, 2016).

Los componentes de la operación de saneamiento básico incluyen: agua potable. Sistema de tratamiento de aguas residuales; tratamiento de heces en zonas rurales, limpieza urbana, mejoras del hogar, protección de alimentos, etc (Prado, 2016).

### **2.2.10. Plan Nacional de Saneamiento**

El Ministerio de Vivienda, Edificación y Salud es la autoridad supervisora en materia de protección de la salud de conformidad con lo establecido en su Ley de Organización y Funciones y la Ley Orgánica de Gestión y Prestación de Servicios de Salud, por lo que es responsable de la planificación nacional y de protección de la salud, regulación e implementación (Ministerio de Vivienda, 2021).

Las políticas sectoriales aprueban y actualiza anualmente el plan nacional de salud, el cual es de cumplimiento obligatorio para los tres niveles de gobierno. (Ministerio de Vivienda, 2021).

El Plan Nacional de Salud Ambiental es el principal instrumento para la implementación de la política nacional de salud ambiental y la regulación legal del sector y contiene metas, lineamientos e instructivos para el uso efectivo de los recursos en la prestación de servicios de salud ambiental; junto con la información contenida en los planes de salud regionales (Ministerio de Vivienda, 2021).

“Desarrollar inversiones, fuentes de financiamiento y planes de acción para lograr el acceso universal a servicios de salud sostenibles y de calidad fuera de los órganos responsables de la implementación del plan. Para cumplir con el mandato de la ley marco, en 2017 se desarrolló el plan nacional de salud ambiental 2017-2021 (Ministerio de Vivienda, 2021).

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos y avances del Perú en el período 2017-2020 año, la disponibilidad de servicios de atención de salud sigue siendo alta en calidad y sostenibilidad (Ministerio de Vivienda, 2021).

Según ENAPRES 2020, 2,9 millones de peruanos (8,8 %) no tienen acceso a servicios de agua potable, y 7,5 millones de peruanos (23,2 %) no tienen acceso a servicios de aguas residuales sanitarias u otras formas de saneamiento de excretas (Ministerio de Vivienda, 2021).

Además, sólo el 41,6 % de la población tiene acceso a agua potable, también existen grandes diferencias en acceso y calidad entre áreas rurales y urbanas, entre áreas naturales, entre áreas rurales concentradas y dispersas, y entre servicios de agua potable y de aguas residuales sanitarias u otras formas de saneamiento de excretas.

Las personas con menor poder adquisitivo son las más afectadas, lo que pone de relieve los problemas de equidad que plantea la falta de atención sanitaria. Luego del análisis de los avances de la política nacional de saneamiento ambiental lanzada en 2017, se desarrolló el Plan Nacional de Saneamiento Ambiental para 2022, tomando en

cuenta los aportes de todos los participantes en el período 2017 a 2020 y departamentos y organismos involucrados en la gestión y prestación de servicios de saneamiento para lograr el acceso universal a los servicios de saneamiento (Ministerio de Vivienda, 2021).

En su marco, el plan define metas específicas, direcciones de acción, indicadores y metas mínimas alcanzables para el período 2022-2026, así como estimaciones de inversiones y financiamiento necesarios para alcanzar las metas mencionadas, así como medidas destinadas a aumentar la sostenibilidad y medidas para fortalecer la capacidad operativa y de gestión de las entidades que prestan servicios de inversión y desarrollo como se describe anteriormente. Dada la magnitud de las necesidades y la naturaleza del programa, las necesidades de toma de decisiones y financiamiento en temas estructurales en los tres niveles de gobierno no serán abordadas en este documento, sino que tendrán que ser abordadas a un nivel superior utilizando documentos apropiados. (Ministerio de Vivienda, 2021).

El plan nacional de saneamiento ambiental para 2022-2026 se basa en 24 planes regionales de saneamiento ambiental para 2021-2025, política nacional de saneamiento ambiental, política de acuerdos nacionales, política general de gobierno para 2021-2026, objetivos de desarrollo sostenible, información nacional de remediación ambiental para el plan (Ministerio de Vivienda, 2021).

Fue desarrollado para identificar contribuciones y recomendaciones de la OCDE; priorizando a los más vulnerables, la equidad y el acceso a los servicios, para crear una herramienta que ayude a los diferentes actores de los tres niveles de gobierno a tomar las medidas necesarias para lograr un acceso sostenible y de calidad a los servicios de salud y con ello mejorar la calidad de vida de las personas. y contribuir al desarrollo del país. (Ministerio de Vivienda, 2021)

### **2.2.11. Sistema de alcantarillado**

Según López (2000). Es un sistema que se encarga de recolectar aguas que son utilizadas específicamente para transportar aguas residuales de viviendas e industrias.

Los componentes del sistema de alcantarillado se dividen en: agua de lluvia, alcantarillado y disposición final del agua tratada. Las tuberías de agua de lluvia tienen componentes: zanja, colector secundario, colector primario, pozo (Penagos, 2015).

El análisis y tratamiento final de aguas pluviales, relativos a aguas residuales y a instalación sanitaria consta de colectores de tres etapas (tuberías de pequeño diámetro conectado a la conexión de la casa), es un colector adicional (Penagos, 2015)

Una tubería que recoge el agua de la tercera etapa y la dirige al colector principal y ubicado en el colector principal enterrado en la vía pública, se trata de tuberías de gran diámetro que suelen estar situadas en la parte más baja de la tubería en ciudades y transportan aguas residuales a pozos de destino. (Penagos, 2015).

Comprobar que se permite el acceso a la cámara vertical del colector para facilitar su mantenimiento. Se entiende que el sistema de tratamiento de aguas residuales se divide en el sistema de tratamiento de aguas residuales convencional y no convencionales, son comunes los sistemas con tuberías grandes. Considerando la flexibilidad de operación del sistema, el diámetro, la densidad de población (presente y futura) y factores no convencionales resultantes (Penagos, 2015).

Purificar las aguas residuales y de lluvia al mismo tiempo; son sistemas inflexibles, siendo necesario definir y controlar mejor el tráfico, considerando el tipo de aguas residuales de la vía analizada. Utilice funciones que dependan del tamaño, el terreno y las condiciones de economía en el diseño y para asegurar un mejor rendimiento hidráulico, ambas partes durante los períodos secos y la temporada de lluvias. (Penagos, 2015).

## **2.3. Definición de Términos**

### **2.3.1. Unidad Básica de Saneamiento (UBS)**

Es un conjunto de elementos que posibilita proporcionar acceso a agua potable y manejar de forma adecuada los desechos corporales de una familia; el diseño definitivo estará determinado por la opción tecnológica no convencional elegida (Carrasco & Paiva, 2019).

### **2.3.2. Biodigestor**

Según la ficha técnica Biodigestor Autolimpiable Rotoplas, 2017; Se describe como un método primario para tratar las aguas residuales domésticas, utilizando un proceso orgánico de retención y descomposición séptica anaerobia. El agua tratada se filtra en el suelo circundante a través de una zanja de infiltración, un pozo de adsorción o un humedal artificial, dependiendo del tipo de terreno, tras pasar por una prueba de permeabilidad.



### **2.3.3. Pozo de absorción**

Facilita la infiltración del líquido residual de la Unidad Básica de Saneamiento (UBS) mediante un drenaje vertical ubicado en un material filtrante dentro del pozo (Ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento, 2018).

### **2.3.4. Zanja de infiltración**

Se refiere a un área específica elegida para permitir que el líquido residual de la Unidad Básica de Saneamiento (UBS) se infiltre, debido a sus características altamente permeables y adecuadas para este propósito (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

### **2.3.5. Alcantarillado**

Un canal subterráneo diseñado para transportar agua de lluvia, aguas residuales o una mezcla de ambas (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

### **2.3.6. Tanque séptico**

El Tanque Séptico se empleará como una opción para purificar aguas residuales en áreas tanto rurales como urbanas que carecen de sistemas de alcantarillado o se encuentran demasiado distantes para justificar su implementación. (Reglamento Nacional de Edificación, 2021)

### **2.3.7. Caseta de UBS**

Ambiente donde se instalan los aparatos sanitarios, la ducha, el inodoro o la taza especial y el urinario y que su modelo varía dependiendo del tipo de sistema de disposición de las excretas. (Carrasco & Paiva, 2019).

### **2.3.8. Filtración**

“Proceso de separación de partículas sólidas de un líquido utilizando un material poroso llamado filtro. La técnica consiste en verter la mezcla sólido-líquido que se quiere tratar sobre un filtro que permita el paso del líquido pero que retenga las partículas sólidas” (Carrasco & Paiva, 2019).

### **2.3.9. Aguas grises o aguas negras**

“Son derivadas especialmente de las viviendas, edificios y instituciones, las mismas que no deben estar mezcladas con aguas de lluvias” (Garcés & Lizama, 2021).

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Diseño de Investigación

El diseño es no experimental, se pretende conocer los efectos de una unidad básica de saneamiento con el uso de un biodigestor en el Anexo Alto Coplay.

### 3.2. Acciones y Actividades

- Elaboración de la encuesta: Comprende en elaborar las preguntas con respecto a una propuesta de unidad de saneamiento para la mejora de la salud de los pobladores.
- Realizar las coordinaciones con la población del Anexo Alto Coplay como se indica en el anexo 4 de fotografías en la figura 26 para poner en conocimiento sobre las encuestas que se harán a la población.
- Validación de las encuestas: La elaboración de las encuestas debe ser validadas por ingenieros de la especialidad de hidráulica.
- Encuestar a los pobladores: Se encuestará a los pobladores del Anexo Alto Coplay, así como se muestra en el Panel Fotográfico en la Figura 25, Figura 30, Figura 31 y Figura 33.
- Recopilación de la información: Mediante un especialista estadístico se le dará las encuestas realizadas que se hizo a los pobladores del Anexo Alto Coplay.
- Discusión: Se dará un resultado final sobre los resultados dados por el estadístico.

### 3.3. Materiales y/o instrumentos

Los materiales y/o instrumentos utilizados para la recolección de datos son:

Materiales:

- Laptop
- Cámara fotográfica
- Impresora
- Memoria USB
- Útiles de escritorio
- Escáner

Instrumentos:

- Encuesta
- Libreta de campo

Software

- AutoCAD
- Microsoft Office
- SPSS

### 3.4. Población y/o muestra de estudio

**Población:** Se trabajará con la zona de influencia formada por los 171 pobladores del Anexo Alto Coplay.

**Muestra:** Para este estudio, se considerará una muestra de 119 personas de la población del Anexo de Alto Coplay.

N = 171 Pobladores

Z = 1,96

P = 50 %

Q = 50 %

E = 5 %

**Donde:**

N = Tamaño de muestra

N = Tamaño de la población

Z = Nivel de confianza

e = Error de estimación

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado con éxito.

$$n = \frac{N * Z * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z * p * q} \quad (1)$$

$$n = \frac{171 * 1.96 * 0.50 * 0.50}{0.05^2 * (171 - 1) + 1.96 * 0.50 * 0.50} = 118.54 = 119 \text{ personas}$$

### 3.5. Operacionalización de Variables

#### 3.5.1. Identificación de las Variables

En la Tabla 1 se indica la identificación de las variables independiente y dependiente del proyecto de investigación donde cada uno contiene sus dimensiones e indicadores.

**Tabla 1**

*Identificación de las Variables*

<b>Variable Independiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>
Unidad básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores	Instalaciones sanitarias mediante el uso de un biodigestor.	Método de instalación	Nivel de instalación. Cantidad de residuos orgánicos.
		Impacto Ambiental	Nivel de contaminación. Costo de implementación del biodigestor.
		Inversión	Operación y mantenimiento. Financiamiento.
		Uso de biodigestor	Fuente de energía. Autolimpiable. Seguro y resistente. Riego áreas verdes.
<b>Dependiente</b>			
Mejorar la salud de los pobladores del Departamento de Moquegua	Población beneficiaria	Mejorar la calidad de vida.	Mejora en la educación. Mejora en la salud. Mejora de higiene alimentaria.
		Cambio de prácticas de higiene.	Cambio en la higiene personal. Acceso a instalaciones de higiene mejoradas.
		Agua subterránea.	Reducción de contaminación aguas subterráneas.

*Nota:* Esta tabla muestra la Identificación y Caracterización de las Variables, así también su definición, dimensión e Indicador.

### 3.5.2. Tipo de estudio

El tipo de estudio es básico, ya que se está utilizando los conocimientos sobre el tema de las unidades básicas de saneamiento y biodigestor para mejorar la salud en la población del anexo de Alto Coplay.

### 3.5.3. Nivel de investigación

El presente proyecto de estudio es explicativo, porque tiene como finalidad establecer la influencia de los biodigestores en la salud de los pobladores del Anexo de Alto Coplay.

## 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis estadístico

### 3.6.1. Información Básica

#### Ubicación Geográfica

El anexo de Alto Coplay, pertenece al distrito de Torata, que es uno de los Anexos que pertenece al distrito de Torata, ubicado en la provincia de Mariscal Nieto de la ciudad de Moquegua.

- Región : Moquegua
- Provincia : Mariscal Nieto
- Distrito : Torata
- Anexo : Alto Coplay

#### Límites de la Comunidad

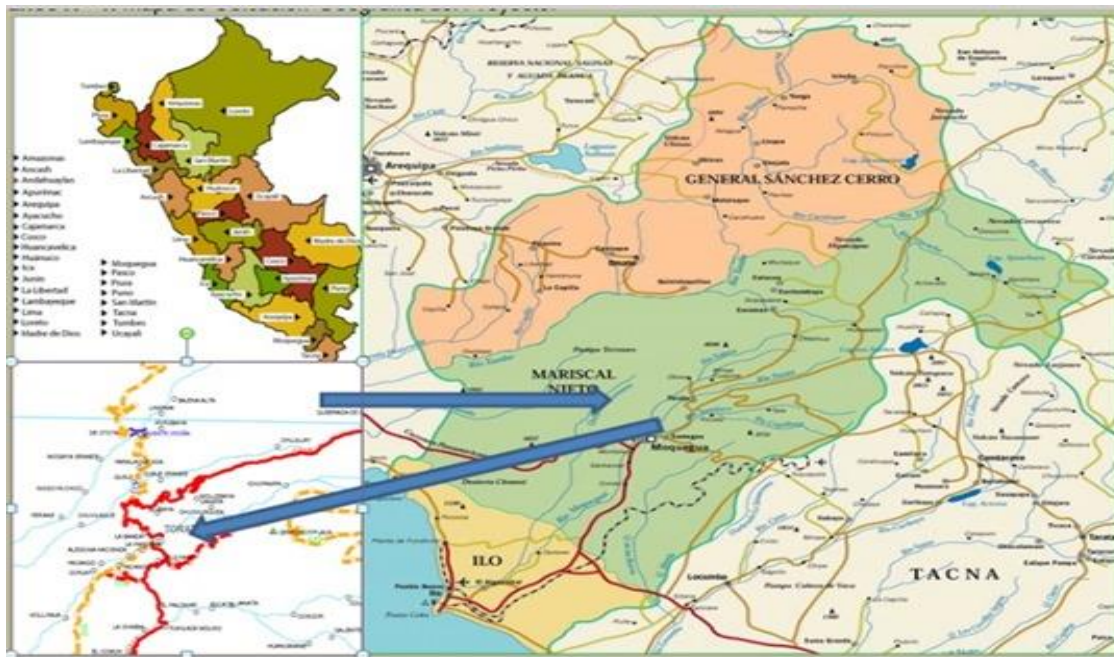
El área de Estudio se encuentra limitada por:

- Norte: Con el anexo de Chuvilaque
- Este: Con el centro poblado de Yacango
- Sur: Con el anexo de Mollesaja
- Oeste: Con terreno eriazos del anexo de 12 Quebradas

En la figura 5 nos indica la ubicación del Distrito de Torata donde queda ubicado el Anexo de Alto Coplay. Asimismo, en la Figura 6 se muestra la ubicación del Anexo de Alto Coplay una imagen tomada por satélite.

### Figura 5

Ubicación del Distrito de Torata



Nota. En la figura 3 se muestra la ubicación del distrito de Torata en la Provincia Mariscal Nieto

### Figura 6

Ubicación del Anexo alto Coplay



Nota. En la figura 4 se muestra la ubicación del Anexo de Alto Coplay. Imagen tomada por satélite. Fuente: Google Earth

## Características Geográficas

El anexo de “Alto Coplay”, se ubica en una zona rural con relieve accidentado y a una altitud 2022 m.s.n.m., con la Latitud Sur 17° 5' 37.8" S (-17.09382754000) y con Longitud Oeste 70° 52' 47.2" W (-70.87978014000). En el anexo 4 de Fotografías en la figura 35 y figura 29 donde podemos observar la ubicación actual del Anexo de Alto Coplay.

## Accesos y Vías de comunicación

En la actualidad, el acceso al Anexo de Alto de Coplay en la ciudad de Moquegua, en el distrito de Torata, Provincia Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua, se realiza a través de las siguientes rutas:

- La primera es a través de la ruta: Moquegua – C.P. Yacango – Carretera antigua de Yacango, haciendo un recorrido total de 26,03 km
- La segunda es a través de la ruta: Moquegua – C.P. Los Ángeles – Carretera Los Ángeles – Yacango, haciendo un recorrido total de 20,98 km

El transporte para las rutas mencionadas se realiza a través de autos particulares, en un tiempo recorrido de 1 hora a próximamente.

La tabla 2 nos indica las vías de acceso para llegar al Anexo de Alto Coplay dando como datos su distancia, tiempo y tipo de vía de cada acceso.

**Tabla 2**

*Vías de Acceso al Anexo de Alto Coplay*

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (h)	Tipo de vía
Moquegua – C.P. Yacango – Carretera antigua de Yacango	26,03	1	Asfaltada – Trocha
Moquegua – C.P. Los Ángeles – Carretera Los Ángeles – Yacango	20,98	1	Asfaltada – Trocha

*Nota.* En la tabla 2 se da las vías de acceso al anexo de Alto Coplay. Fuente. Google Earth

### **3.6.2. Reconocimiento de las instalaciones del Anexo Alto Coplay**

Se realizó un recorrido por la zona de estudio, en el Anexo de Alto Coplay, que cuenta con un local de Junta Vecinal, Local multiusos, viviendas y chacras a su alrededor del Anexo, en este proyecto tomaremos como área de estudio el pueblo del Anexo. Para averiguar cuáles eran las viviendas existentes, se realizó una visita al lugar de área de estudio, las cuales se verificó que no cuentan con un sistema de saneamiento.

Para dar solución al Sistema de saneamiento al pueblo del Anexo de Alto Coplay se propone a realizar una encuesta sobre la propuesta de una Unidad Básica de Saneamiento con la implementación de un biodigestor

### **3.6.3. Formulación de la encuesta**

- Se elaboró el instrumento estadístico (encuesta) esto se puede observar en el anexo 3 de Encuestas. La validación para la encuesta tuvo un formato en la cual los ingenieros civiles pudieron evaluar nuestra formulación de preguntas, así como se muestra en el anexo 2 de Validación de Expertos.
- Se realizó la encuesta a los pobladores del Anexo de Coplay, teniendo una totalidad de encuestados de 119 pobladores del Anexo, según el cálculo de la muestra que se detalla en el punto 3.4.
- En el presente trabajo de investigación se realizará un análisis de cada uno de los datos obtenidos por las encuestas que se hicieron a los pobladores de Alto Coplay.
- Procedemos a tabular los datos obtenidos de los resultados de las encuestas.
- Continuamos a obtener un resultado porcentual que servirá como base para graficar los resultados.
- Realizar la gráfica de los resultados con los totales y porcentajes obtenidos de las encuestas analizadas.
- Analizar e interpretar los resultados relacionando a nuestros objetivos e hipótesis del proyecto de investigación.
- Indicar que utilizarán el programa SPSS-25 para el procesamiento de la información.



## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Resultados de la encuesta

Se realizó una encuesta con 15 preguntas, tomando una escala del 1 al 5, que varía desde "poco importante" (1) hasta "muy importante" (5), desempeña un papel fundamental en la evaluación de la percepción de la comunidad en relación con los biodigestores y otros aspectos.

**Pregunta 1: ¿Considera usted que la instalación de un biodigestor como una unidad básica saneamiento sea importante para la comunidad?**

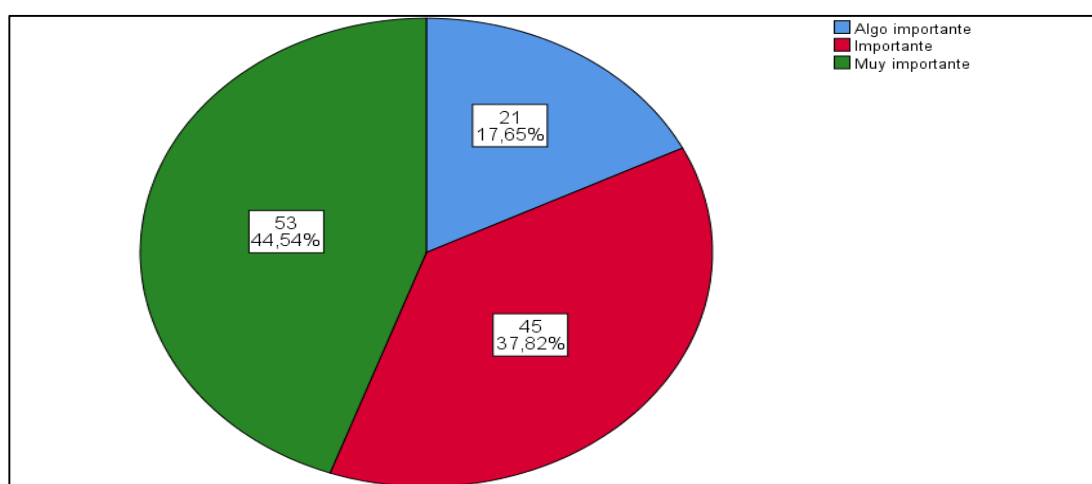
**Tabla 3**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 1*

		f	%	% válido	% acumulado
Válido	Algo importante	21	17,6	17,6	17,6
	Importante	45	37,8	37,8	55,5
	Muy importante	53	44,5	44,5	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 7**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 01*



La tabla 3 y figura 7 muestran la percepción de los pobladores del Anexo de Alto Coplay en referencia a la importancia de la instalación de un biodigestor como una unidad

básica saneamiento, ellos manifiestan que el 17,6 % calificaron algo importante, 37,8 % importante y 44,5 % muy importante.

### Pregunta 2: ¿Cómo calificaría usted el tratamiento de aguas residuales?

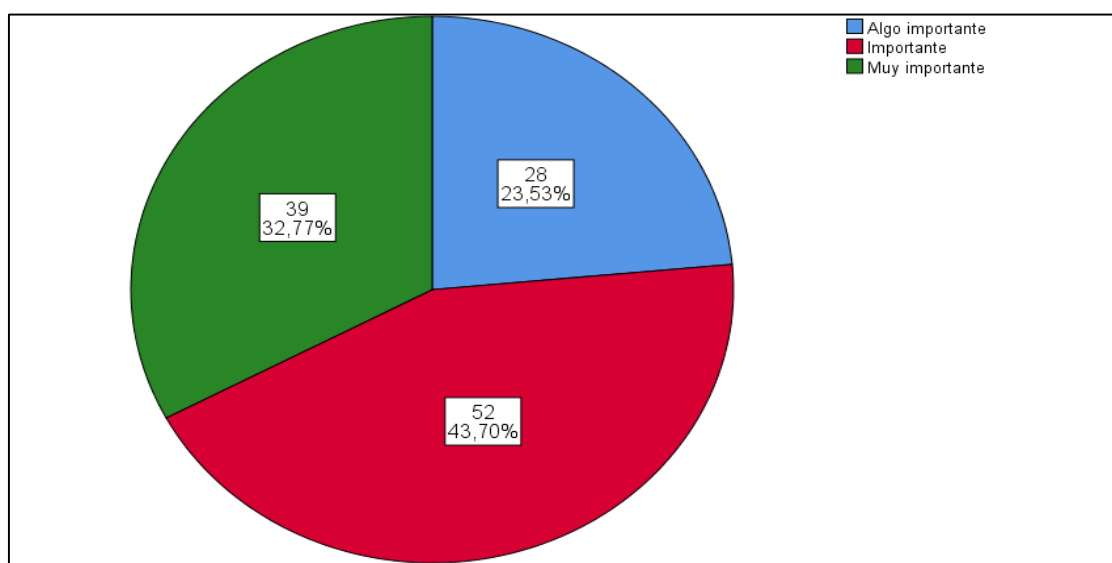
**Tabla 4**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 2*

		<b>F</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Válido	Algo importante	28	23,5	23,5	23,5
	Importante	52	43,7	43,7	67,2
	Muy importante	39	32,8	32,8	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 8**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 2*



En la tabla 4 y figura 8 muestran la percepción de los pobladores del Anexo de Alto Coplay en referencia a la calificación del tratamiento de aguas residuales, en la cual el 23,53 % de los participantes calificó algo importante, el 43,7 % importante y el 32,77 % muy importante.

**Pregunta 3: ¿Qué nivel de calificación pone al biodigestor como un sistema de tratamiento que ayuda a reducir la contaminación ambiental?**

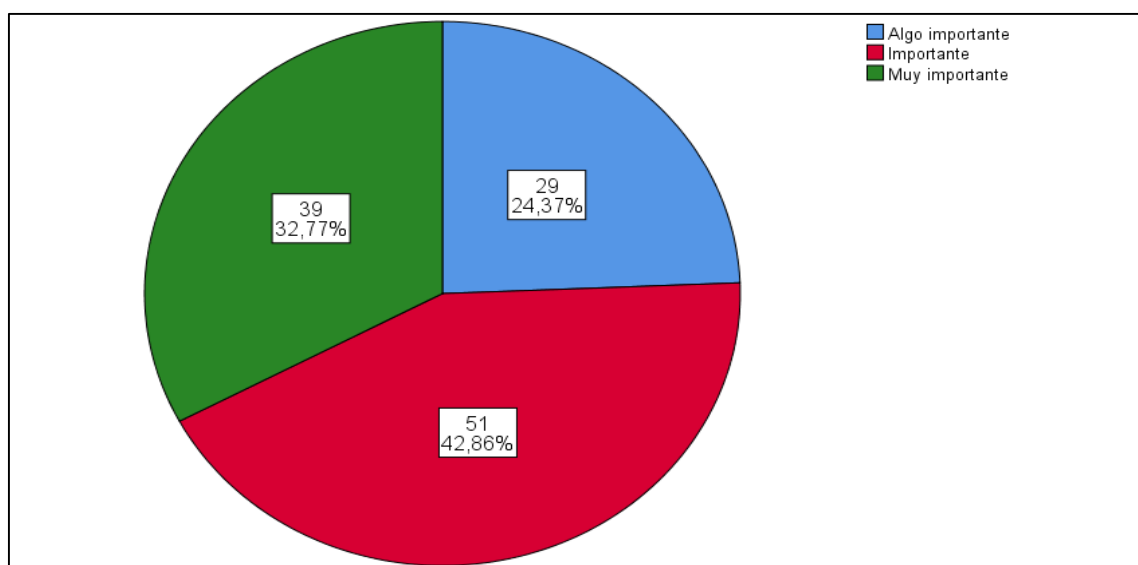
**Tabla 5**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 3*

		<b>F</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Válido	Algo importante	29	24,4	24,4	24,4
	Importante	51	42,9	42,9	67,2
	Muy importante	39	32,8	32,8	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 9**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 03*



Los resultados de la tabla 5 y figura 9 muestran la percepción de los pobladores del Anexo de Alto Coplay en referencia a la calificación del biodigestor como un sistema de tratamiento que ayuda a reducir la contaminación ambiental, en la cual el 24,4 % algo importante, el 42,9 % importante y el 32,7 % muy importante.

**Pregunta 4: En el aspecto económico, ¿Qué tan importante considera usted la implementación de un biodigestor?**

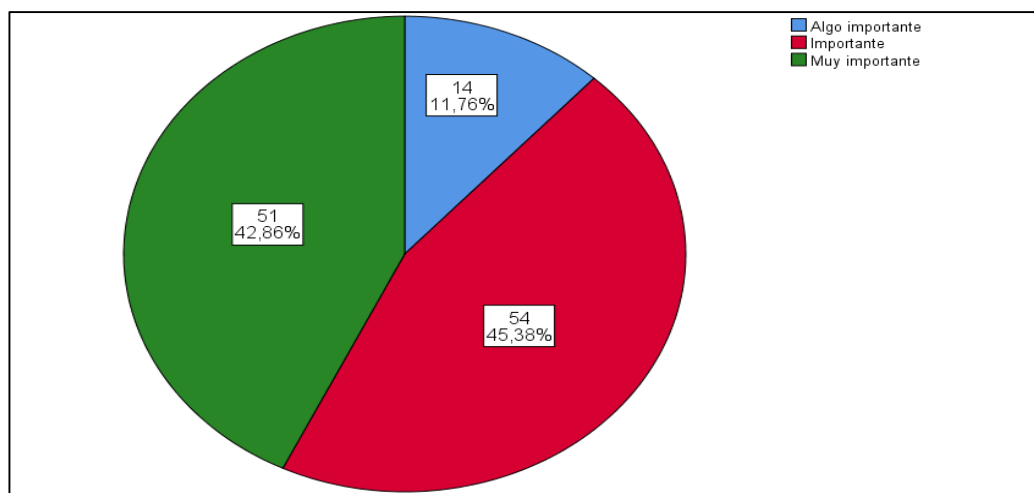
**Tabla 6**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 4*

		F	%	% válido	% acumulado
Válido	Algo importante	14	11,8	11,8	11,8
	Importante	54	45,4	45,4	57,1
	Muy importante	51	42,9	42,9	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 10**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 04*



Los resultados de la tabla 6 y figura 10 muestran la percepción de los pobladores del Anexo de Alto Coplay en referencia a la importancia de la implementación de un biodigestor, en la cual el 11,8 % de los participantes calificó algo importante, el 45,4 % importante y el 42,9 % muy importante.

**Pregunta 5: ¿Cómo considera usted la capacitación de la población en la operación y mantenimiento del biodigestor?**

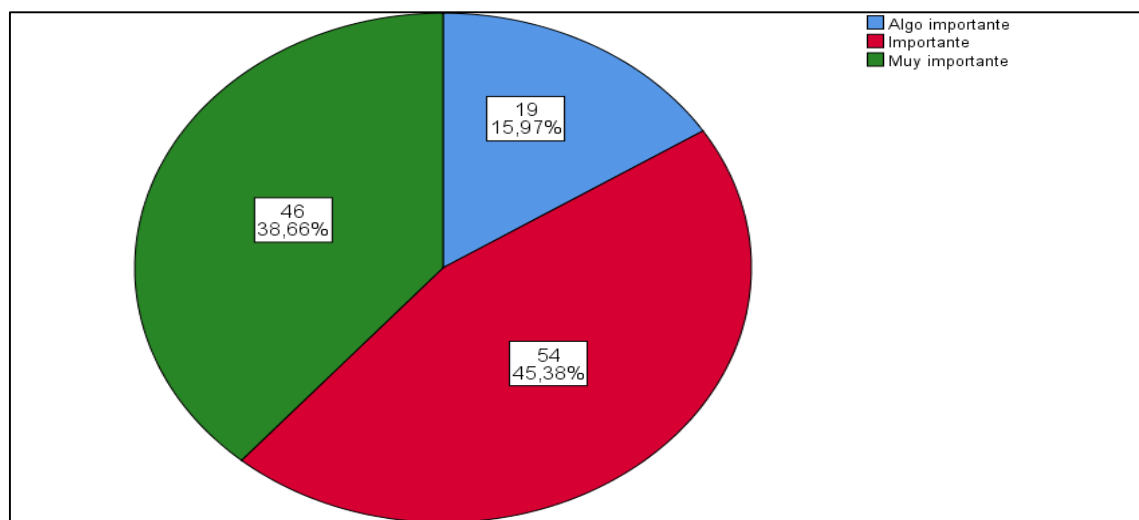
**Tabla 7**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 5*

		<b>F</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Válido	Algo importante	19	16,0	16,0	16,0
	Importante	54	45,4	45,4	61,3
	Muy importante	46	38,7	38,7	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 11**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 05*



Los resultados de la tabla 7 y figura 11 muestran la percepción de los pobladores del Anexo de Alto Coplay en referencia a la capacitación de la población en la operación y mantenimiento del biodigestor, en la cual el 16 % de los participantes califico algo importante, el 45,4 % importante y el 38,7 % muy importante.

**Pregunta 6: ¿Cómo califica usted que el estado invierta en la instalación de biodigestores en la comunidad?**

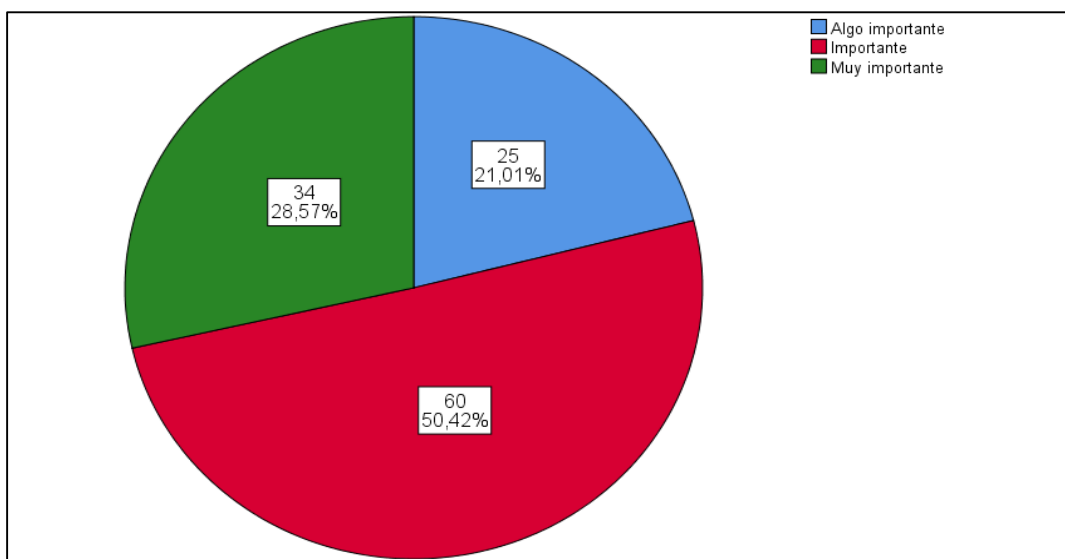
**Tabla 8**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 6*

		<b>F</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Válido	Algo importante	25	21,0	21,0	21,0
	Importante	60	50,4	50,4	71,4
	Muy importante	34	28,6	28,6	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 12**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 06*



Los resultados de la tabla 8 y figura 12 muestran la percepción de los pobladores del sector Jorge Chávez en referencia a la calificación de que el estado invierta en la instalación de biodigestores en la comunidad, en la cual el 21 % de los participantes califico algo importante, el 50,4 % importante y el 28,6 % muy importante.

**Pregunta 7: ¿Cómo considera usted que el biodigestor no consuma energía eléctrica ya que su funcionamiento es un proceso natural?**

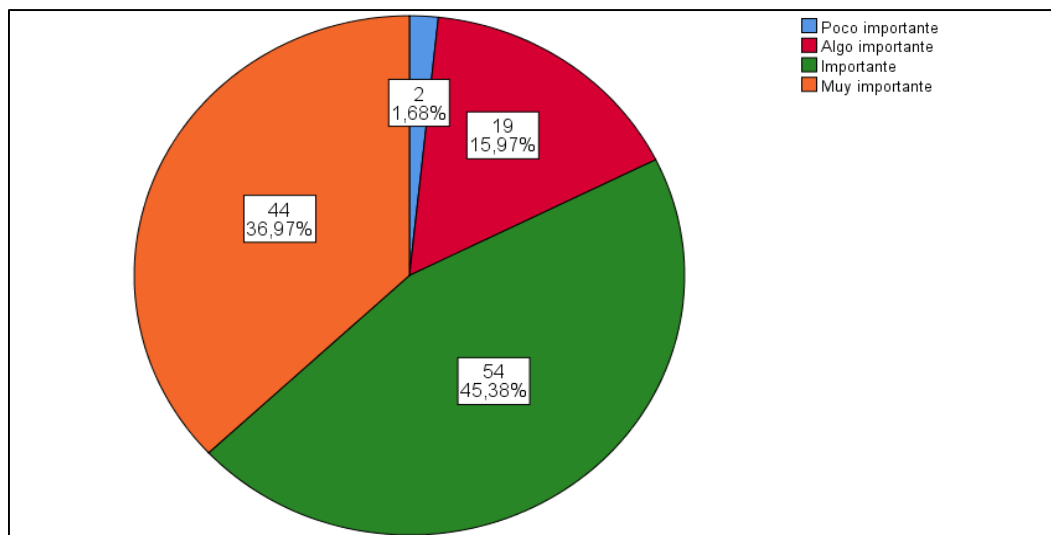
**Tabla 9**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 7*

		<b>F</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Válido	Poco importante	2	1,7	1,7	1,7
	Algo importante	19	16,0	16,0	17,6
	Importante	54	45,4	45,4	63,0
	Muy importante	44	37,0	37,0	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 13**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 07*



Los resultados de la tabla 9 y figura 13 muestran la percepción de los pobladores del Anexo de Alto Coplay en referencia a la calificación de que el biodigestor no consuma energía eléctrica ya que su funcionamiento es un proceso natural, en la cual el 1,7 % de los participantes califico poco importante, el 16 % algo importante, el 45,4 % importante y el 37 % muy importante.

**Pregunta 8: ¿Cómo considera usted que el biodigestor sea autolimpiante?  
Es decir, no requiera mucho trabajo en limpiarlo**

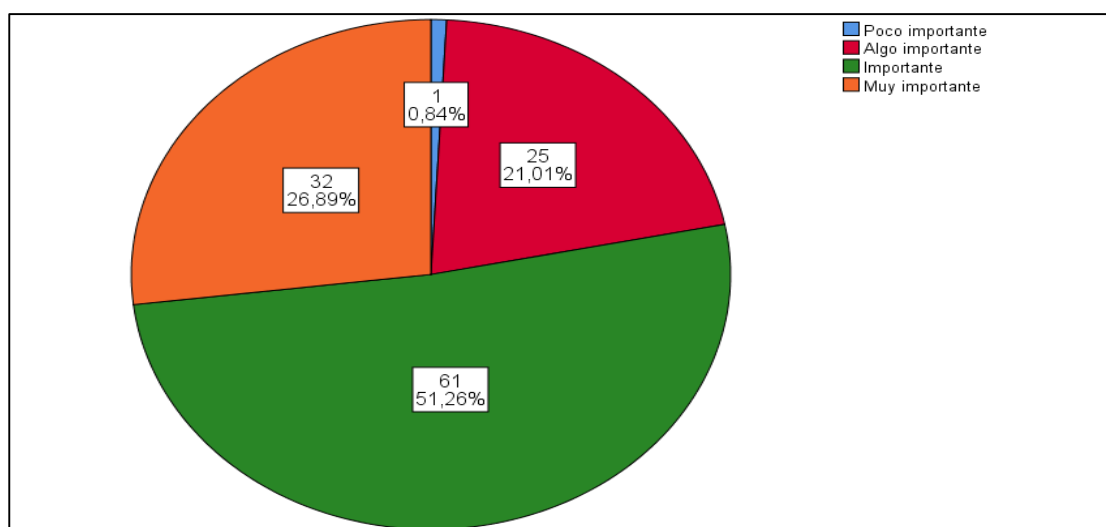
**Tabla 10**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 8*

		<b>F</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Válido	Poco importante	1	0,8	0,8	0,8
	Algo importante	25	21,0	21,0	21,8
	Importante	61	51,3	51,3	73,1
	Muy importante	32	26,9	26,9	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 14**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 08*



Los resultados de la tabla 10 y figura 14 muestran la percepción de los pobladores del Anexo de Alto Coplay en referencia a la calificación de que el biodigestor sea autolimpiante que no requiera mucho trabajo en limpiarlo, en la cual el 0,8 % de los participantes califico poco importante, el 21 % algo importante, el 51,3 % importante y el 26,9 % muy importante.



**Pregunta 9: ¿Cómo considera usted que el biodigestor sea un sistema de tratamiento seguro y resistente al estar elaborado de un material muy resistente?**

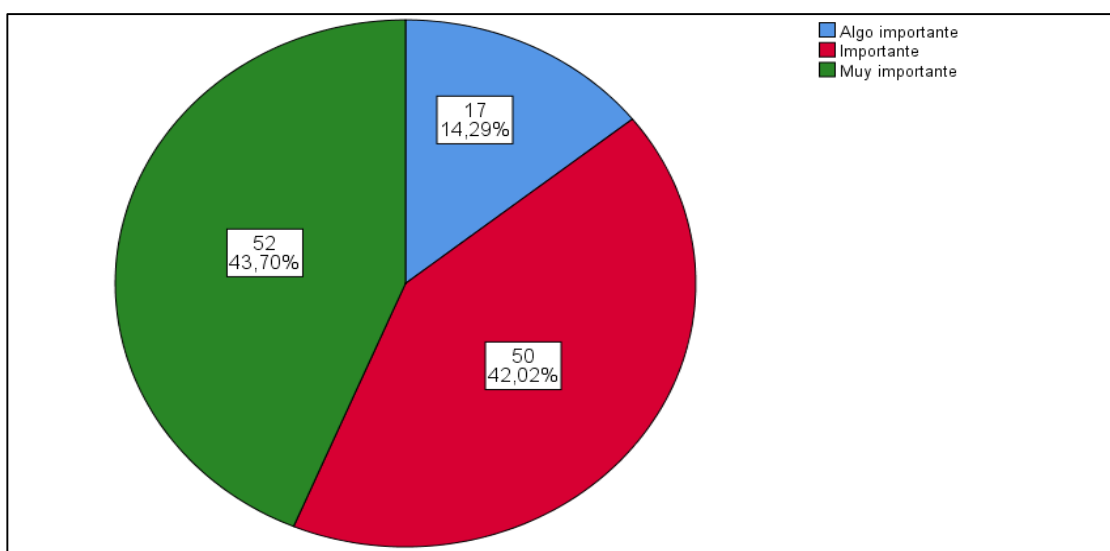
**Tabla 11**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 9*

		<b>F</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Válido	Algo importante	17	14,3	14,3	14,3
	Importante	50	42,0	42,0	56,3
	Muy importante	52	43,7	43,7	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 15**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 09*



Los resultados de la tabla 11 y figura 15 muestran la percepción de los pobladores del Anexo de Alto Coplay en referencia a la calificación de que el biodigestor sea un sistema de tratamiento seguro y resistente al estar elaborado de un material muy resistente, en la cual el 14,3 % de los participantes califico algo importante, el 42 % importante y el 43,7 % muy importante.

**Pregunta 10: ¿Cómo considera usted que las aguas tratadas de un biodigestor sean utilizadas para áreas de riego?**

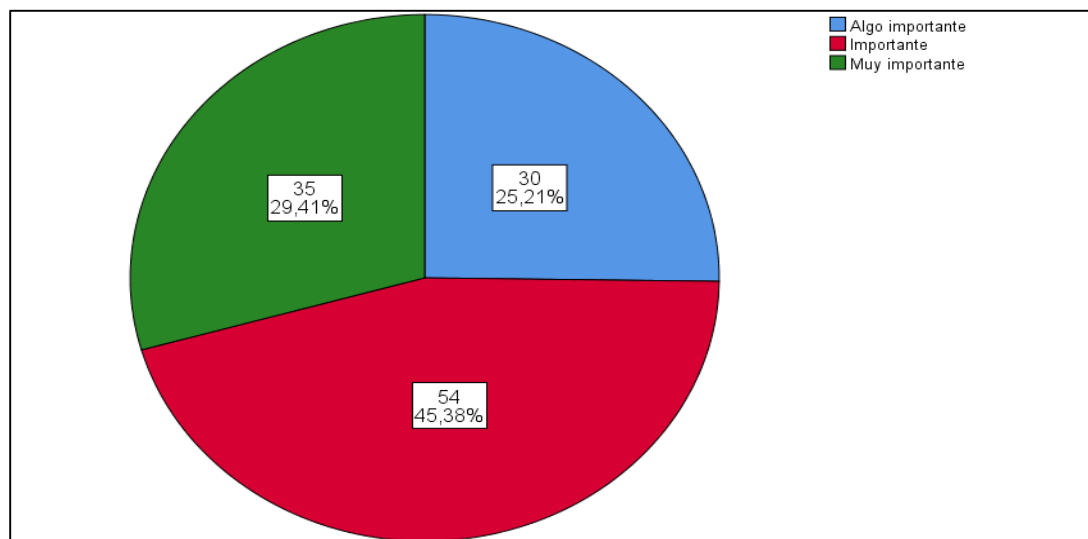
**Tabla 12**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 10*

		<b>F</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Válido	Algo importante	30	25,2	25,2	25,2
	Importante	54	45,4	45,4	70,6
	Muy importante	35	29,4	29,4	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 16**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 10*



Los resultados de la tabla 12 y figura 16 muestran la percepción de los pobladores del Anexo de Alto Coplay en referencia a la calificación de que las aguas tratadas de un biodigestor sean utilizadas para áreas de riego, en la cual el 25,2 % de los participantes califico algo importante, el 45,4 % importante y el 29,4 % muy importante.

**Pregunta 11: ¿Cómo considera usted que mediante la instalación de biodigestores se podrá mejorar la calidad educativa en los centros educativos?**

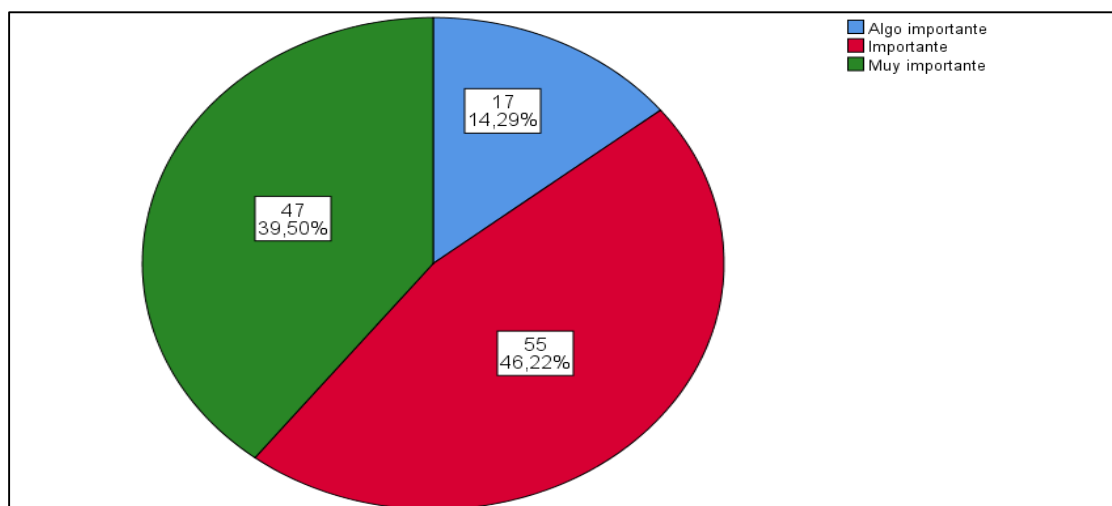
**Tabla 13**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 11*

		<b>F</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Válido	Algo importante	17	14,3	14,3	14,3
	Importante	55	46,2	46,2	60,5
	Muy importante	47	39,5	39,5	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 17**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 11*



Los resultados de la tabla 13 y figura 17 muestran la percepción de los pobladores del anexo de Alto Coplay en referencia a la calificación sobre la importancia de la instalación de biodigestores para mejorar la calidad educativa en los centros educativos, en la cual el 14,3 % de los participantes califico algo importante, el 46,2 % importante y el 39,5% muy importante

**Pregunta 12: ¿Qué nivel de importancia le daría la higiene alimentaria?**

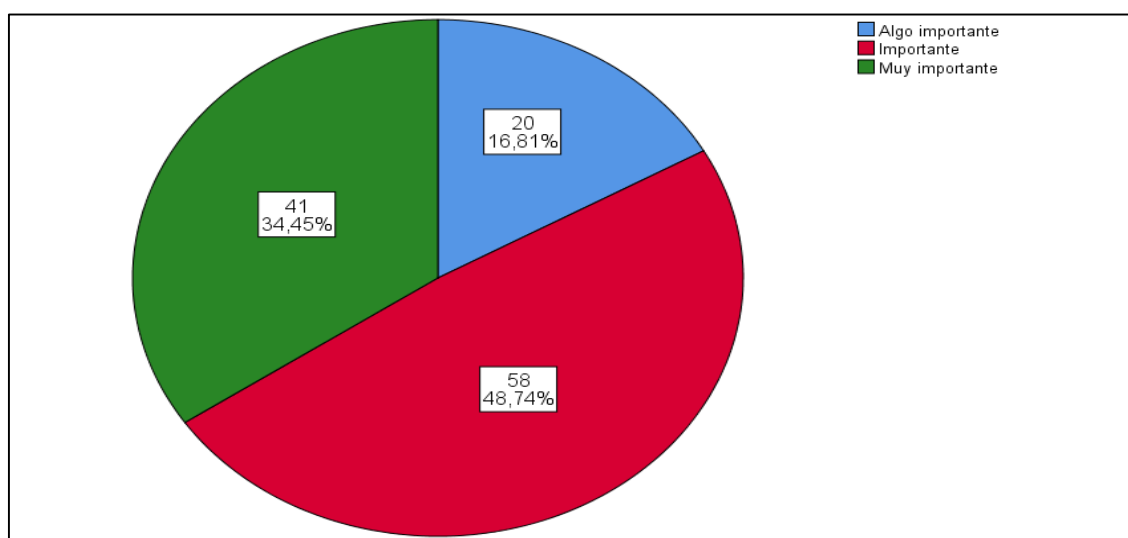
**Tabla 14**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 12*

		<b>F</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Válido	Algo importante	20	16,8	16,8	16,8
	Importante	58	48,7	48,7	65,5
	Muy importante	41	34,5	34,5	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 18**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 12*



Los resultados de la tabla 14 y figura 18 muestran la percepción de los pobladores del Anexo de Alto Coplay en referencia a la calificación sobre el nivel de importancia le daría la higiene alimentaria, en la cual el 16,8 % de los participantes califico algo importante, el 48,7 % importante y el 34,5 % muy importante.

**Pregunta 13: ¿Cómo calificaría usted la importancia de una mejorar calidad de higiene personal?**

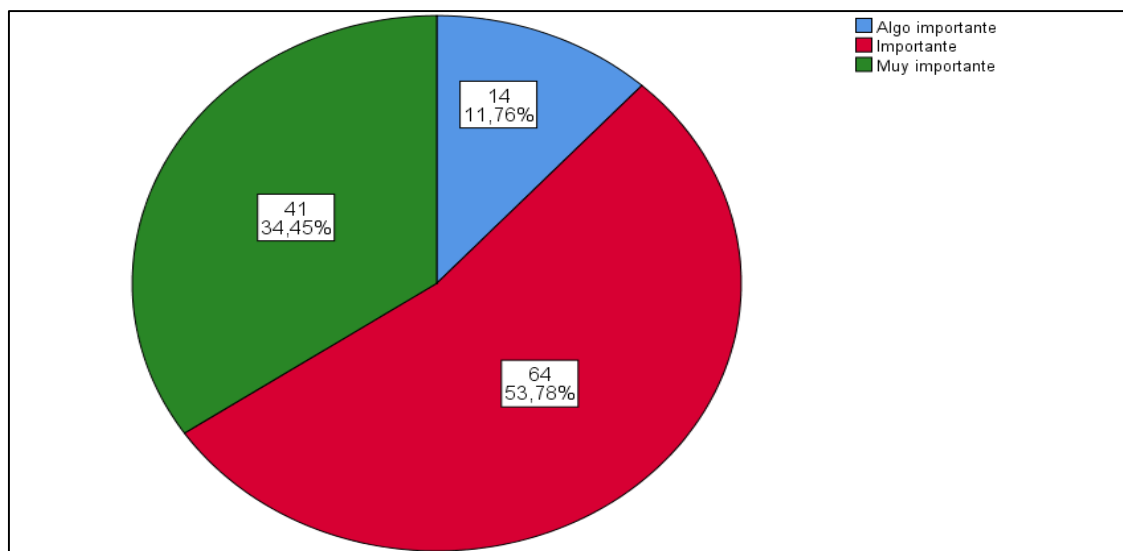
**Tabla 15**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 13*

		f	%	% válido	%acumulado
Válido	Algo importante	14	11,8	11,8	11,8
	Importante	64	53,8	53,8	65,5
	Muy importante	41	34,5	34,5	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 19**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 13*



Los resultados de la tabla 15 y figura 19 muestran la percepción de los pobladores del Anexo de Alto Coplay en referencia a la calificación sobre la importancia de mejorar calidad de higiene personal, en la cual el 11,8 % de los participantes califico algo importante, el 53,8 % importante y el 34,5 % muy importante

**Pregunta 14: ¿Cómo califica usted contar con acceso a las instalaciones de servicio sanitario en su vivienda?**

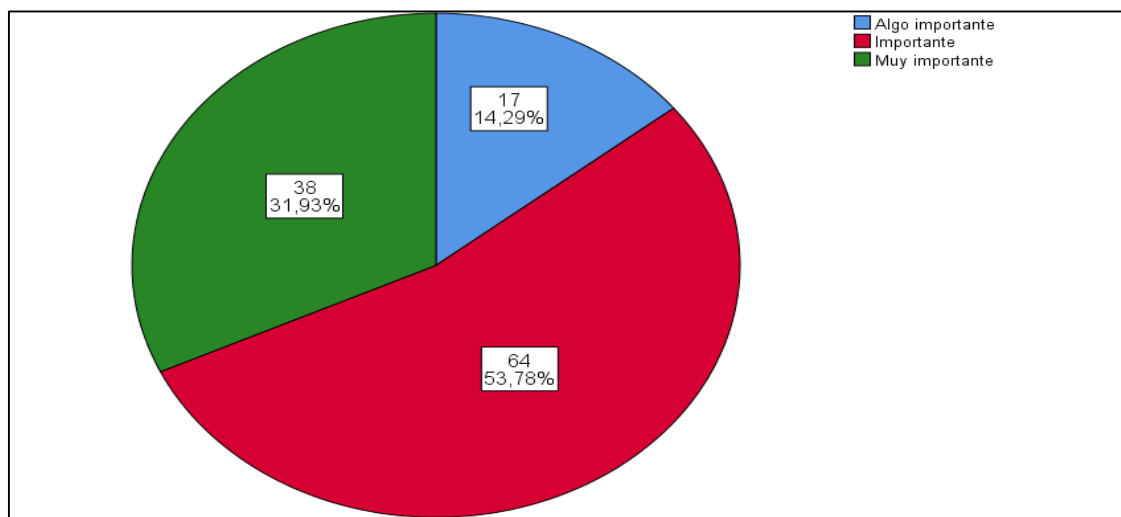
**Tabla 16**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 14*

		<b>F</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Válido	Algo importante	17	14,3	14,3	14,3
	Importante	64	53,8	53,8	68,1
	Muy importante	38	31,9	31,9	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 20**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 14*



Los resultados de la tabla 16 y figura 20 muestran la percepción de los pobladores del Anexo de Alto Coplay en referencia a la calificación sobre la importancia de contar con acceso a las instalaciones de servicio sanitario en su vivienda, en la cual el 14,3 % de los participantes calificó algo importante, el 53,8 % importante y el 31,9 % muy importante.

**Pregunta 15: ¿Cómo considera usted que el biodigestor reducirá la contaminación de aguas subterráneas?**

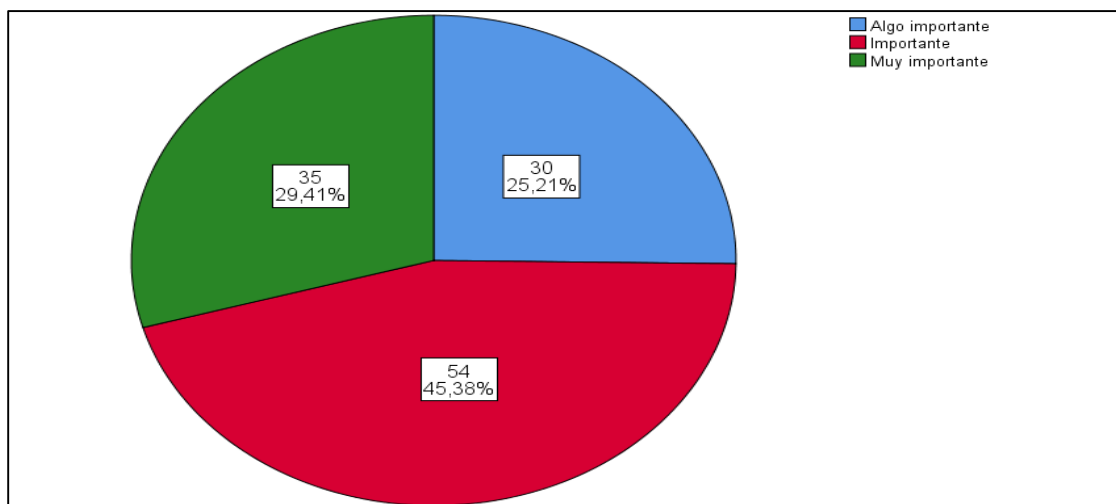
**Tabla 17**

*Resultados de la tabla de frecuencias a la pregunta 15*

		F	%	% válido	% acumulado
Válido	Algo importante	30	25,2	25,2	25,2
	Importante	54	45,4	45,4	70,6
	Muy importante	35	29,4	29,4	100,0
	Total	119	100,0	100,0	

**Figura 21**

*Representación gráfica de los resultados de la Pregunta 15*



Los resultados de la tabla 17 y figura 21 muestran la percepción de los pobladores del Anexo de Alto Coplay en referencia a la calificación sobre la importancia de que el biodigestor reducirá la contaminación de aguas subterráneas, en la cual el 25,2 % de los participantes califico algo importante, el 45,4 % importante y el 29,4 % muy importante.

## 4.2. Diseño de biodigestor para unidad básica de saneamiento - arrastre hidráulico

### 4.2.1. Datos Básicos para el Dimensionamiento:

- **Población Actual:** Es el número total de habitantes en la zona de estudio, que es 171 habitantes. (Knoema, 2012).
- **Tasa de Crecimiento:** Es el porcentaje en el que se espera que crezca la población cada año, que es 0,83 %. (Knoema, 2012).
- **Periodo de Diseño:** Es el número de años para el cual se está diseñando el biodigestor, que es 20 años. (Blog, 2015)
- **Población de Diseño (P):** Es el número de habitantes que se espera que utilicen el biodigestor, que es 5 habitantes.
- **Dotación de Agua (D):** Es la cantidad de agua que se espera que cada habitante utilice por día, que es 250 l/hab.día. (Gerencia de Normas Técnicas de la Comisión Nacional del Agua, 2022)

En la figura 22 nos muestra la dotación del agua potable donde debemos considerar el clima de la ubicación del proyecto de investigación.

### Figura 22

#### *Dotación de agua potable*

Dotación de agua potable por clima y número de habitantes que establece la Gerencia de Normas Técnicas de la Comisión Nacional del Agua.

POBLACIÓN DE PROYECTO ( lts. / hab.- día)				TIPO DE CLIMA		
				CÁLIDO	TEMPLADO	FRIÓ
DE	2500	A	15000	150	125	100
DE	15000	A	30000	200	150	125
DE	30000	A	70000	250	200	175
DE	70000	A	150000	300	250	200
DE	150000	o MAS		300	300	250

*Nota.* Gerencia de Normas Técnicas de la Comisión Nacional del Agua (2022)



- **Coefficiente de retorno al alcantarillado (C):** Es el porcentaje del agua utilizada que se espera que retorne al sistema de alcantarillado, que es 80 %.
- **Periodo de limpieza de lodos (N):** Es el tiempo en años después del cual se espera que se limpien los lodos acumulados en el biodigestor, que es 0.6 años.

#### 4.2.2. Diseño Hidráulico del Biodigestor:

##### 4.2.2.1. Contribución Unitaria de Aguas Residuales (q):

$$q=D \times C$$

$$q=250 \times 0,80$$

$$q=200 \text{ l/hab.día}$$

Esta es la cantidad de agua residual que se espera que cada habitante contribuya al biodigestor por día.

##### 4.2.2.2. Caudal de Aguas Residuales (Q):

$$Q=P \times q / 1000$$

$$Q=5 \times 200 / 1000$$

$$Q=1 \text{ m}^3/\text{día}$$

Es el volumen total de agua residual que se espera que ingrese al biodigestor cada día.

##### 4.2.2.3. Periodo de Retención Hidráulico (PR):

$$PR=1.5-0,3 \times \log(5 \times 200)$$

$$PR=0,60 \text{ horas}$$

Es el tiempo que se espera que el agua residual permanezca en el biodigestor.

##### 4.2.2.4. Volumen para la Sedimentación (Vs):

$$Vs=0,001 \times (5 \times 200) \times 0,60 / 24$$

$$Vs=0,60 \text{ m}^3$$

Es el volumen necesario dentro del biodigestor para que las partículas sólidas se asienten y se separen del agua.

##### 4.2.2.5. Volumen de Acumulación de Lodos (Val):

$$Val=70 \times 0,001 \times 5 \times 0,6$$

$$Val=0,21 \text{ m}^3$$

Es el volumen necesario dentro del biodigestor para almacenar los lodos que se generan durante el proceso de digestión.

#### 4.2.2.6. Volumen Total Util ( $V_t$ ):

$$V_t = V_s + V_{al}$$

$$V_t = 0,60 + 0,21$$

$$V_t = 0,81 \text{ m}^3 \text{ o } 810 \text{ L}$$

**Eficiencia del Biodigestor:** La elección de un biodigestor de 1300 litros, a pesar de que el volumen total calculado es de 810 litros, sugiere que se está considerando un margen de seguridad. Esta decisión podría estar influenciada por factores como la variabilidad en la generación de aguas residuales, la posibilidad de un aumento en la población o la eficiencia real del biodigestor en condiciones de campo.

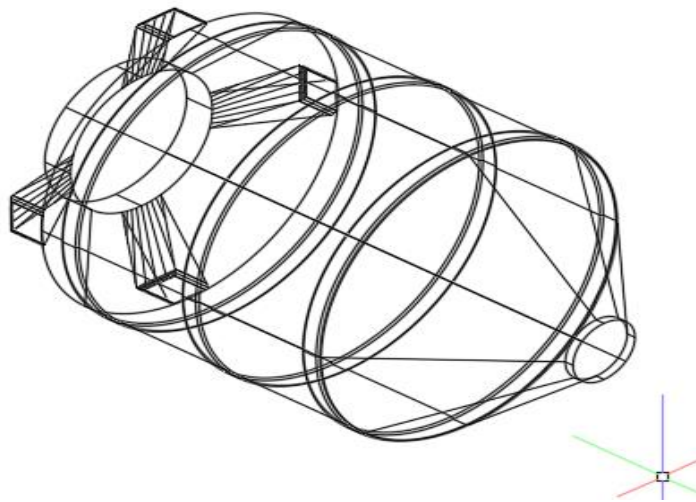
**Tipo de Suelo:** El suelo arenoso en la región podría influir en la velocidad de infiltración y, por lo tanto, en la eficiencia del biodigestor. Es esencial considerar las características del suelo al diseñar y ubicar el biodigestor para garantizar un funcionamiento óptimo.

**Dotación de Agua:** La dotación de agua de 250 l/hab.día es significativamente alta en comparación con las estimaciones iniciales. Esto podría deberse a factores culturales, climáticos o de uso del agua en la región. Es crucial tener en cuenta esta dotación al diseñar sistemas de saneamiento para garantizar su eficiencia.

La figura 23 y Figura 24 muestra el diseño del biodigestor que se implementará en el Anexo de Alto Coplay dando una vista lateral y frontal. Fue diseñado en el programa AutoCAD

**Figura 23**

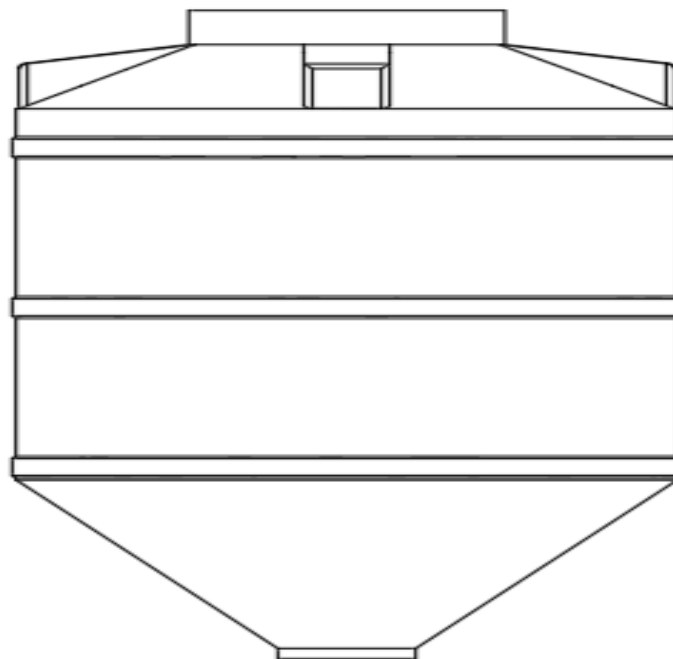
*Modelo de biodigestor - Vista Lateral*



*Nota.* Diseño en AutoCAD dando una vista lateral del modelo de un biodigestor.

**Figura 24**

*Modelo de biodigestor - Vista Frontal*



*Nota.* Diseño en AutoCAD dando una vista frontal del modelo de un biodigestor.

### 4.3. Diseño de la Zanja de Infiltración

#### 4.3.1. Datos Básicos para el Dimensionamiento:

- **Población Actual:** Es el número total de habitantes en la zona de estudio, que es 171 habitantes.
- **Tasa de Crecimiento:** Es el porcentaje en el que se espera que crezca la población cada año, que es 0,83 %.
- **Periodo de Diseño:** Es el número de años para el cual se está diseñando la zanja de infiltración, que es 20 años.
- **Población de Diseño (P):** Es el número de habitantes que se espera que utilicen la zanja de infiltración, que es 5 habitantes.
- **Dotación de Agua (D):** Es la cantidad de agua que se espera que cada habitante utilice por día, que es 250 l/hab.día.
- **Coeficiente de retorno al alcantarillado (C):** Es el porcentaje del agua utilizada que se espera que retorne al sistema de alcantarillado, que es 80 %.

#### 4.3.2. Diseño Hidráulico:

##### 4.3.2.1. Contribución Unitaria de Aguas Residuales (q):

$$q=D \times C$$

$$q=250 \times 0,80$$

$$q=200 \text{ l/hab.día}$$

Esta es la cantidad de agua residual que se espera que cada habitante contribuya a la zanja de infiltración por día.

##### 4.3.2.2. Caudal de Aguas Residuales (Q):

$$Q=P \times q / 1000$$

$$Q=5 \times 200 / 1000$$

$$Q=1 \text{ m}^3/\text{día}$$

Es el volumen total de agua residual que se espera que ingrese a la zanja de infiltración cada día.

#### 4.3.3. Diseño de los Requerimientos de la Zanja de Infiltración:

**4.3.3.1. Tiempo en minutos para el descenso de un centímetro (T):** Es el tiempo que tarda el agua en infiltrarse 1 cm en el suelo, que es 0.29 minutos.

**4.3.3.2. Coeficiente de Infiltración (CI):**

$$CI=113,9088578-32,3614327 \times \ln(T)$$

$$CI=113,9088578-32,3614327 \times \ln(T)$$

$$CI=153,97$$

$$CI=153,97$$

Es una medida de la capacidad del suelo para permitir que el agua se infiltre.

**4.3.3.3. Área Requerida para la Infiltración (Ai):**

$$Ai=Q/CI$$

$$Ai=1/153,97$$

$$Ai=6,00 \text{ m}^2$$

Es el área total necesaria para que toda el agua residual se infiltre en el suelo.

**4.3.4. Zanja de Infiltración:**

**Ancho de Zanja (Az):** Es el ancho propuesto para la zanja de infiltración, que es 30 cm o 0.30 m.

**Longitud Total de Zanja Requerida (Lz):**

$$Lz=Ai/Az$$

$$Lz=6/0,30$$

$$Lz=20 \text{ m}$$

**4.3.5. Pozo de Absorción:**

**Diámetro Útil del Pozo (Dp):** Es el diámetro propuesto para el pozo de absorción, que es 1,50 m

**Profundidad Total Requerida para Pozos de Absorción (Hp):**

$$Hp=Ai/(\pi \times Dp)$$

$$Hp=6/(3,14159 \times 0,5)$$

$$Hp= 3,82$$

**Coeficiente de Infiltración:** El coeficiente de infiltración calculado, basado en el tiempo de percolación, es una medida crucial para determinar la eficiencia de la zanja de infiltración. Sin embargo, este coeficiente puede variar con el tiempo debido a factores como la compactación del suelo, la acumulación de sedimentos o el crecimiento de raíces.

**Dimensiones de la Zanja:** Aunque los cálculos sugieren una longitud de zanja de 20 metros, se ha asumido una longitud de 1 metro. Esta discrepancia podría afectar la eficiencia del sistema, especialmente si el volumen de aguas residuales aumenta en el futuro.

**Pozo de Absorción:** La profundidad calculada del pozo de absorción es de 1,27 metros, basada en el área requerida para la infiltración. Sin embargo, la profundidad real del pozo en el campo podría verse afectada por factores como el nivel freático o la presencia de rocas.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En el análisis de las respuestas de las encuestas se observa una tendencia general hacia la percepción positiva de la importancia de la implementación de biodigestores como una unidad básica de saneamiento en la comunidad de estudio. En todas las preguntas, el porcentaje combinado de aquellos que consideran "muy importante" o "importante" supera significativamente a los que consideran "poco importante" o "no importante".

En particular, en la Pregunta 1, que aborda la importancia de los biodigestores para la comunidad, el 82,4 % de los encuestados respondió que es "importante" o "muy importante". Esto sugiere que la mayoría de los pobladores valoran positivamente la instalación de biodigestores como una mejora en el saneamiento comunitario. En cuanto a la Pregunta 2, que evalúa la calificación del tratamiento de aguas residuales, el 76,5 % de los participantes lo calificó como "importante" o "muy importante". Esto resalta la preocupación de la comunidad por el tratamiento adecuado de las aguas residuales.

Es importante destacar que, en general, la Pregunta 6 sobre la inversión estatal en biodigestores obtuvo un alto porcentaje de respuestas "importante" o "muy importante" de un 79%, lo que sugiere que la comunidad está abierta a la inversión gubernamental en esta tecnología de saneamiento.

La percepción de la comunidad sobre el uso de aguas tratadas para riego sobre la pregunta 10 también es positiva, con el 74 % de los encuestados considerándolo "importante" o "muy importante".

Estos resultados respaldan la viabilidad de la implementación de biodigestores como una solución de saneamiento en la comunidad, ya que existe un reconocimiento generalizado de su importancia para la mejora de la calidad de vida, la protección ambiental y la seguridad hídrica. Estos hallazgos pueden ser valiosos para la formulación de políticas y programas futuros relacionados con el saneamiento y la implementación de biodigestores en la región.

## CONCLUSIONES

La propuesta de una Unidad Básica de Saneamiento es un biodigestor con arrastre hidráulico en la cual lo podemos ver reflejado en la pregunta 1 que nos indica como un resultado de un 44,5 % de la población del sector considera “Muy importante” la instalación de esta unidad básica para la comunidad del Anexo de Alto Coplay en el Distrito de Torata.

El impacto que genera la implementación de biodigestores en zonas rurales como el Anexo de Alto Coplay, mediante encuestas da como resultado que en la pregunta 3 con un 42,9 % da importancia al impacto de reducir la contaminación ambiental en la zona. Asimismo, en la pregunta 10, con un 45,4 % de la población considera que da un impacto positivo que al ser tratadas las aguas residuales mediante un biodigestor podrán ser utilizadas para áreas de riego y así optimizando el consumo excesivo del agua.

La implementación de una Unidad Básica de Saneamiento mediante el uso de biodigestores mejora la calidad de vida en los siguientes aspectos: En el sector educativo, según resultados de la pregunta 11 con un 46,2 % considera “Importante” la implementación de este biodigestor en la zona. Al contar con una Unidad Básica de Saneamiento estamos permitiendo a la niñez y juventud que reciban una educación en ambientes óptimos para su aprendizaje. Asimismo, Según la pregunta 13, nos da como resultado de un 53,8 % en que la población considera que la implementación de esta unidad Básica de Saneamiento le dará una mejor calidad de vida e higiene personal a los pobladores del Anexo de Alto Coplay.

Con la implementación de la Unidad Básica de Saneamiento mediante el uso de un biodigestor se dará una mejora al cambio de una adecuada higiene alimentaria en la localidad, así como lo indica en la pregunta 12 presenta un 48,7 % evitando enfermedades por falta de higiene en el consumo de alimentos.



## RECOMENDACIONES

Se recomienda a las empresas mineras de la zona como Southern Perú Copper Corporation, Anglo American Quellaveco; ayudar a la población con la implementación de los biodigestores, asegurándose de esta manera el bienestar de la población. De igual modo, una vez implementado el biodigestor, la zanja de infiltración y el pozo de absorción, se recomienda gestionar con la empresa minera realizar un monitoreo regular para asegurarse de que esté funcionando de manera eficiente. Esto incluye la revisión de los niveles de lodos, la calidad del efluente, la velocidad de infiltración y la acumulación de sedimentos.

Se recomienda al Estado mediante La Municipalidad Distrital de Torata, gestionar ayuda a la población con programas de educación para la comunidad sobre el uso y mantenimiento adecuados del biodigestor. También ejecutando una evaluación de impacto ambiental en la zona. Esto garantizará su longevidad y eficiencia.

Se recomienda al Estado por intermedio del Gobierno Regional de Moquegua, gestionar un proyecto educativo como la construcción de un colegio en la zona que ayude a la niñez y juventud del Anexo Coplay a mejorar los estándares educativos.

Se recomienda al Ministerio de Salud por intermedio de la Dirección Regional de Salud Moquegua dar charlas de higiene alimentaria nutrición. A la vez hacer un monitoreo a la población con chequeos médicos para el bienestar de la salud.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvaro F. (2003). Estabilidad de taludes. *Geología y Geotecnia*, 1.
- Angel. (9 de mayo de 2019). *ingenio.xyz*. Obtenido de la comunidad de Geotecnia:  
<https://ingenio.xyz/articulos/20190509-factor-de-seguridad-en-taludes>
- Arismendiz Suarez, F. J., & Lopez Garcia, A. J. (2022). *Propuesta de diseño de unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico en el sector de Jorge Chávez – Tambogrande – Piura*.
- Astrid H., Y. T. (2019). *Análisis de estabilidad del talud y obras de contención necesarias para el diseño y construcción de una vía de orden secundario en el municipio de Dabeiba-Antioquia*. Antioquia.
- Bogarín Vigo, J. O., & Antialón Baldeón, W. I. (2019). *Implementación del biodigestor en unidades básicas de saneamiento para mejorar la salud de los pobladores de Coyartuna, La Libertad 2019*.
- Gomez., E. A. (2018). Implementación del modelo TRIGRS con análisis de confiabilidad para la evaluación de la amenaza a movimientos en masa superficiales detonados por lluvia. *TecnoLógicas*, 6.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (2012). *Saneamiento*. Obtenido de El saneamiento es esencial para la supervivencia y el desarrollo de niños y niñas:  
<https://www.unicef.org/es/saneamiento>
- Gonzalo (2017). Manual de Geología para ingenieros.
- International Online Education. (2004). *Eurinnova*. Obtenido de Descubre qué es salud pública según la OMS: <https://www.euroinnova.mx/blog/que-es-salud-publica-segun-la-oms>
- Juarez Vargas (2018). *Propuesta de Unidades Básicas de Saneamiento de Arrastre Hidráulico para Minimizar Enfermedades de Origen Hídrico*.
- Laboratorio. (2022). *Equipos y Laboratorio de Colombia*. Obtenido de Artículos:  
<https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-es-un-biodigestor>

- Leon Huallpa, E. F. (2018). *Evaluación de la eficiencia de los biodigestores en el tratamiento de las aguas residuales domesticas en la localidad de Chibaya Baja – Torata – Moquegua*
- Manufactureros. (2014). *“Realidad, Impacto y Oportunidades de los Biocombustibles en Guatemala (Sector Productivo)”*.
- Melissa A. (2017). *Analisis Geologico-Geotecnico en los taludes de la carretera Choropampa-Magdalena*. Cajamarca.
- Menéndez Meza A. (2020). *Diseño de un modelo genérico para el tratamiento de aguas residuales domiciliarias a través de tanques biodigestores, sitio Chade Cantón Jipijapa*
- Ministerio de Vivienda (2021). *Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2586305-plan-nacional-de-saneamiento-2022-2026>
- Moreno Torres W. R. & Tuza Pajunia L. R. (2019). *Diseño del sistema de agua potable y saneamiento para el recinto los guayabillos de la parroquia bellavista del cantón Santa Cruz, Provincia de Galápagos*
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Impacto Académico*. Obtenido de Sostenibilidad: <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/sostenibilida>
- Oscar L. (noviembre de 2013). *Infiltracion*. Puerto Ordaz.
- Parrales & Menendez (2021). Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domiciliarias con Biodigestores para la Comunidad el Ramito, Parroquia la Unión del Cantón Jipijapa.*
- Penagos, L. (2015). *Componentes del sistema de alcantarillado para la vía secundaria Sector Grival Municipio de Mosquera.*
- Prado, J. (2016). *Saneamiento básico y ambiental-Introducción.*
- Rapera, S. (19 de Julio de 2023). *Biodigestor: qué es y cómo funciona*. Obtenido de Ecología verde: <https://www.ecologiaverde.com/biodigestor-que-es-y-como-funciona-4513.html>
- Rene M., E. R. (2011). *Efecto de la saturacion en el deslizamiento de talud en la comunidad San Juan de Grijalva, Chiapas. 2.*

- Ronald V. (2018). *Estabilizacion de talud por tres Metodos: Gaviones, Geomalla y muro de Contencion en el Centro Poblado San Juanito Alto Distrito de Guadalapito-Viru-La Libertad*. Chimbote.
- Sanhueza P., R. C. (2013). Análisis Comparativo de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales. *Revista de la construcción*.
- SCSA. (1982). Resource conservation glossary. *Soil Conservation Society of America*.
- Suarez J. (12 de febrero de 2017). *mecanicasuelosabcchile.com*. Obtenido de <https://www.mecanicasuelosabcchile.com/talud-natural/>
- Wiese. (2018). *Fundacion wiese*. Obtenido de ¿Qué es la sostenibilidad ambiental y cómo impacta en nuestras vidas?: <https://www.fundacionwiese.org/blog/es/que-es-la-sostenibilidad-ambiental-y-como-impacta-en-nuestras-vidas/>

## ANEXOS

## Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

**PROPUESTA DE UNA UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO MEDIANTE EL USO DE BIODIGESTORES PARA MEJORAR LA SALUD DE LOS POBLADORES DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA 2023**

<i>PROBLEMA</i>	<i>OBJETIVOS</i>	<i>HIPÓTESIS</i>	<i>VARIABLES</i>	<i>INDICADORES</i>	<i>METODOLOGÍA</i>
¿Cuál sería la propuesta de una Unidad Básica de Saneamiento para mejorar la calidad de vida de los pobladores del Departamento de Moquegua, 2023?	Determinar qué propuesta de Unidad Básica de Saneamiento mejorará la calidad de vida de los pobladores del Departamento de Moquegua, 2023.	La propuesta de la Unidad Básica de Saneamiento mediante el uso de biodigestores mejorará la calidad de vida de los pobladores del Departamento de Moquegua, 2023.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  Unidad Básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores.	Nivel de instalación Cantidad de residuos orgánicos · Nivel de contaminación. · Costo de implementación del biodigestor. · Operación y mantenimiento. · Financiamiento. · Fuente de energía. · Autolimpiante. · Seguro y resistente. · Riego área verdes.	<b>Tipo de investigación</b> · Básica <b>Diseño de investigación</b> · No experimental <b>Población:</b> Usuarios del Anexo de Alto Coplay <b>Muestra:</b>  108 pobladores del Anexo de Alto Coplay.
<i>PROBLEMA ESPECIFICO</i>	<i>OBJETIVO ESPECIFICO</i>	<i>HIPÓTESIS ESPECIFICA</i>	<i>VARIABLE DEPENDIENTE</i>		
¿Cuál es el impacto que generará el uso de una unidad básica de	Evaluar el impacto que generará el uso de una unidad básica de	El impacto que genera el adecuado uso de una unidad básica de saneamiento	Mejorar la salud de los pobladores del	· Mejora en la educación	

saneamiento mediante un biodigestor en los pobladores del departamento de Moquegua, 2023?	saneamiento mediante un biodigestor en los pobladores del departamento de Moquegua, 2023.	mediante un biodigestor es positivo para los pobladores del Departamento de Moquegua, 2023.	departamento de Moquegua	· Mejora en la salud. · Mejora de higiene alimentaria · Cambio en la higiene personal
¿Cómo la implementación de una unidad básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores mejorará la calidad de vida en los pobladores del departamento de Moquegua, 2023?	Determinar como la implementación de una unidad básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores mejora la calidad de vida para la población del departamento de Moquegua, 2023.	La implementación de una unidad básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores mejora la calidad de vida para la población del departamento de Moquegua, 2023.		· Acceso a instalaciones de higiene mejoradas · Reducción de contaminación aguas subterráneas
¿En qué medida la propuesta de una Unidad básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores mejorará la salud a los pobladores del departamento de Moquegua, 2023?	Determinar en qué medida la propuesta de la unidad básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores mejorará la salud de los pobladores del departamento de Moquegua, 2023.	La propuesta de una unidad básica de saneamiento mediante el uso de biodigestores influye positivamente en el mejoramiento de la salud de los pobladores del departamento de Moquegua, 2023.		

---

*Nota.* Matriz de consistencia donde indica las variables, indicadores y dimensiones del proyecto de investigación.

## Anexo 2 . VALIDACIÓN DE EXPERTOS



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional Ingeniería Civil

### INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres del informante (Experto):

.....

1.2. Grado Académico:.....

1.3. Profesión: .....

1.4. Institución y/o empresa donde labora:

.....

1.5. Cargo que desempeña .....

1.6. Denominación del instrumento:.....|.....

1.7. Autor del instrumento: Bach. Renato Isidoro Suarez Sosa y Bach. Ericka Celeste Tesillo Flores

#### II. VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión					
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.					
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos con los indicadores de la variable.					
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.					
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.					
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento.					
SUMATORIA PARCIAL						
SUMATORIA TOTAL						

**III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN**

3.1. Valoración total cuantitativa: \_\_\_\_\_

3.2. Opinión FAVORABLE \_\_\_\_\_, DEBE MEJORAR \_\_\_\_\_, NO FAVORABLE

\_\_\_\_\_

3.3. Observaciones:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL EXPERTO



### Anexo 3. ENCUESTAS



#### ENCUESTA PARA LA OBTENCION DE DATOS

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA TESIS: PROPUESTA DE UNA UNIDAD BASICA DE SANEAMIENTO MEDIANTE EL USO DE BIODIGESTORES PARA MEJORAR LA SALUD DE LOS POBLADORES DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA 2023

Sr. Poblador del Anexo de Alto Coplay, lo invitamos a contestar el siguiente cuestionario referido a la propuesta de un biodigestor para la mejora de la salud en su familia.

Nombres y Apellidos: .....

N°	PREGUNTAS	NO ES IMPORTANTE	POCO IMPORTANTE	ALGO IMPORTANTE	IMPORTANTE	MUY IMPORTANTE
1	¿Considera usted que la instalación de un biodigestor como una unidad básica saneamiento sea importante para la comunidad?					
2	¿Cómo calificaría usted el tratamiento de aguas residuales?					
3	¿Qué nivel de calificación pone al biodigestor como un sistema de tratamiento que ayuda a reducir la contaminación ambiental?					
4	En el aspecto económico, ¿Qué tan importante considera usted la implementación de un biodigestor?					
5	¿Cómo considera usted la capacitación de la población en la operación y mantenimiento del biodigestor?					
6	¿Cómo califica usted que el estado invierta en la instalación de biodigestores en la comunidad?					
7	¿Cómo considera usted que el biodigestor no consuma energía eléctrica ya que su funcionamiento es un proceso natural?					
8	¿Cómo considera usted que el biodigestor sea autolimpiante? Es decir, no requiera mucho trabajo en limpiarlo					
9	¿Cómo considera usted que el biodigestor sea un sistema de tratamiento seguro y resistente al estar elaborado de un material muy resistente?					
10	¿Cómo considera usted que las aguas tratadas de un biodigestor sean utilizadas para áreas de riego?					
11	¿Cómo considera usted que mediante la instalación de biodigestores se podrá mejorar la calidad de salud en los centros educativos?					
12	¿Qué nivel de importancia le daría la higiene alimentaria?					
13	¿Cómo calificaría usted la importancia de una mejor calidad de higiene personal?					
14	¿Cómo califica usted contar con acceso a las instalaciones de servicio sanitario en su vivienda?					
15	¿Cómo considera usted que el biodigestor reducirá la contaminación de aguas subterráneas?					

**ANEXO N° 4**  
**FOTOGRAFÍAS**

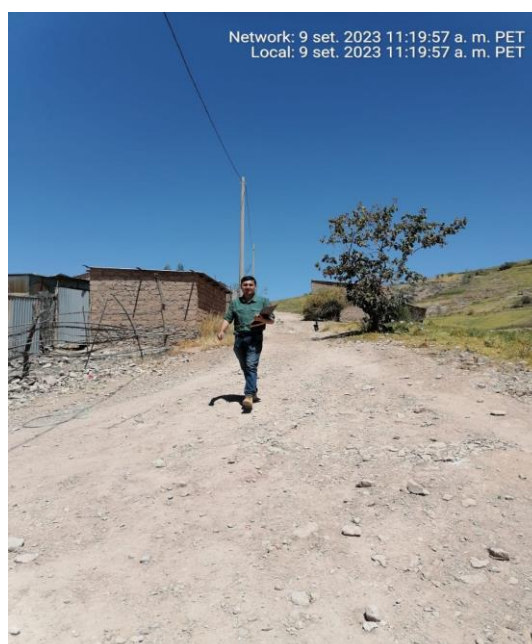
**Figura 25**

*Realización de encuestas a los pobladores*



**Figura 26**

*Visita al Anexo de Alto Coplay*



**Figura 27**

*Viviendas rusticas donde reside la población de Alto Coplay*

**Figura 28**

*Viviendas rusticas donde residen los pobladores de Alto Coplay*



**Figura 29**

*Ingreso principal al Anexo de Alto Coplay*

**Figura 30**

*Visitando a los pobladores para realizar las encuestas*



**Figura 31**

*Realizando encuestas a pobladores*

**Figura 32**

*Sistema de excretas actual de la zona*



**Figura 33**

*Encuestando a pobladores de la zona*

**Figura 34**

*Finalizando la visita al Anexo de Alto Coplay*



**Figura 35**

*Fotografía panorámica de la ubicación del Anexo de Alto Coplay*

**Figura 36**

*Fotografía de los servicios higiénicos actualmente en la localidad*

