

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE EXCRETAS DE LA  
COMUNIDAD DE SAN RAFAEL, PARROQUIA CHECA**

**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE  
EXCRETAS: LETRINA DE POZO ANEGADO Y BAÑO DE  
ARRASTRE HIDRÁULICO PARA LA COMUNIDAD SAN RAFAEL  
EN CHECA.**

**VERÓNICA ELIZABETH QUILUMBA TABANGO**

**[veronica.quilumba@epn.edu.ec](mailto:veronica.quilumba@epn.edu.ec)**

**DIRECTOR: M.Sc. Ing. GISSELA ELIZABETH VILAÑA TRUJILLO**

**[gissela.vilana@epn.edu.ec](mailto:gissela.vilana@epn.edu.ec)**

**DMQ, septiembre de 2022**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, Verónica Elizabeth Quilumba Tabango declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

**Verónica Elizabeth Quilumba Tabango**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Verónica Elizabeth Quilumba Tabango, bajo mi supervisión.

---

**M.Sc. Ing. Gissela Elizabeth Vilaña Trujillo**  
**DIRECTOR**

Certificamos que revisamos el presente trabajo de integración curricular.

---

**NOMBRE\_REVISOR1**

**REVISOR1 DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

---

**NOMBRE\_REVISOR2**

**REVISOR2 DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

Verónica Elizabeth Quilumba Tabango

M.Sc. Ing. Gissela Elizabeth Vilaña Trujillo

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser mi guía y fortaleza espiritual que siempre me ha bendecido y me permite culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres Edgar y Laura que con su apoyo, amor y ejemplo han cultivado valores en mí que me han permitido ser un mejor ser humano.

A mis hermanos Beto y Dany por su apoyo incondicional hacia a mí.

A mis sobrinos Victoria Abigail y Anthony Benjamín por brindarme su amor sin medida y por ser el regalo más bonito que Dios me ha dado.

A mis abuelitos Rosita y Daniel que siempre me comparten su amor y cariño.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser quien edifica mi vida y la fortaleza que me ha permitido seguir adelante pese a cualquier adversidad.

A mi directora de tesis, MSc. Ing. Gissela Vilaña por motivarme, brindarme su apoyo, estar siempre dispuesta a colaborar y solventar las inquietudes suscitadas a lo largo de la realización del presente proyecto.

A mi madre, Laura Piedad, por ser uno de los pilares fundamentales de mi vida que con su amor siempre me ha apoyado en todas las etapas de mi vida, especialmente en las más difíciles. Te amo muchísimo mami, gracias por tanto.

A mi padre, Edgar Alberto, porque con su ejemplo me ha enseñado que la perseverancia y el trabajo permite alcanzar nuestros sueños, gracias por todo el apoyo que siempre me ha dado a lo largo de mi vida y por sus consejos que han encauzado mi vida.

A mi hermano Beto, por compartir conmigo momentos felices y tristes, por más momentos que aún nos esperan y sobre todo por darme a mi sobrino Benjamín el amor más inocente que he sentido en mi vida.

A mi hermana Dany, por compartir tantas locuras, el gusto por bailar y ahora por convertirme nuevamente en tía de una hermosa princesa, mi pequeña Victoria, la niña más dulce que he conocido.

A mis amigas Mishu, Erika y Liz por brindarme su amistad y compartir momentos inolvidables en esta hermosa etapa universitaria, sin duda, nada habría sido lo mismo sin ustedes, que nuestra amistad perdure por muchísimo más tiempo, les quiero mucho chicas.

A mi amigo Patricio, por brindarme su apoyo en los inicios de la universidad, en el prepo, gracias por la bonita amistad que hicimos y aunque ahora nos distanciamos espero en algún momento poder retomarla. A mis amigos David Piedra, Bryan, Bernardo por la amistad que hemos formado, gracias por todos los momentos compartidos.

A mi amor bonito, Alex, por compartir conmigo este hermoso sentimiento y demostrarme que el amor todo lo puede, gracias porque has estado para apoyarme en los buenos y especialmente en los malos momentos, gracias por todo el amor que cada día compartimos y que cada día crece aún más, gracias por motivarme a dar lo mejor de mí y apoyarme en cada locura, gracias por ser el rayo de luz de mis días grises, gracias por hacerme muy feliz, gracias por amarme en todas mis versiones, gracias por ser la persona perfecta para mí, gracias por todos los momentos que hemos vivido en esta hermosa etapa universitaria,

comparto contigo este logro y se que vendrán muchos más que los compartiremos juntos.  
Te Amo Infinitamente.

A todos los docentes que formaron parte de mi desarrollo académico, gracias por todos sus conocimientos y enseñanzas.

A la Escuela Politécnica Nacional por ser mi segundo hogar, por permitirme desarrollar como profesional y como persona, me llevo a esta hermosa institución en el fondo de mi corazón, gracias por ser testigo de mis éxitos y desilusiones "*E scientia hominis salus*".

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
1.INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo General.....	2
1.2 Objetivos Específicos.....	2
2.MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Antecedentes.....	3
2.2 Enfermedades relacionadas con el inadecuado manejo de excretas.....	4
2.3 Estado del arte.....	5
2.3.1 Opciones tecnológicas de saneamiento apropiadas al contexto rural.....	5
2.3.2 Tecnologías de saneamiento con arrastre de agua.....	6
2.3.2.1 Letrina de pozo anegado.....	6
2.3.2.2 Baño de arrastre hidráulico.....	11
2.3.3 Proceso de digestión anaerobia que ocurre en los pozos de las tecnologías de arrastre de agua.....	17
2.3.4 Factores que influyen en la selección de la opción tecnológica a nivel de comunidades rurales.....	18
2.3.4.1 Factores Técnicos.....	18
2.3.4.2 Factores Sociales.....	21
2.3.4.3 Factores Ambientales.....	21
2.3.4.4 Aprovechamiento de residuos fecales.....	21
2.3.4.5 Uso de agua por la tecnología.....	21
2.3.4.6 Presencia de vectores.....	22
2.3.4.4 Factores Económicos.....	22
3.2.3 Ubicación del área de estudio.....	23
3.2.4 Disposición de excretas.....	24
3.2.5 Fuentes de abastecimiento de agua.....	24
3.4.3 Diseño de la letrina de pozo anegado.....	26
3.4.3.4 Pozo o tanque séptico.....	26

3.4.4	Diseño del baño de arrastre hidráulico .....	28
3.4.4.4	Pozo de acumulación .....	28
3.5.3	Costos de construcción: materiales y mano de obra.....	32
3.5.3.4	Costo de materiales para la letrina de pozo anegado .....	32
3.5.3.5	Costo de mano de obra para la letrina de pozo anegado.....	34
3.5.4	Costo de mantenimiento para letrina de pozo anegado .....	34
3.5.5	Costo de evacuación de residuos fecales para letrina de pozo anegado ....	34
3.5.6	Costo de construcción: materiales y mano de obra .....	35
3.5.6.4	Costo de materiales para el baño de arrastre hidráulico .....	35
3.5.6.5	Costo de mano de obra para el baño de arrastre hidráulico.....	36
3.5.7	Costo de mantenimiento para el baño de arrastre hidráulico .....	36
3.5.8	Costo de evacuación de residuos fecales para el baño de arrastre hidráulico .....	37
3.6	Muestreo.....	37
3.7	Criterio para la selección de las tecnologías de saneamiento más idóneas para la comunidad "San Rafael".....	38
3.7.3	Factores técnicos .....	38
3.7.3.4	Distancia entre la fuente de abastecimiento de agua y el sistema de saneamiento .....	38
3.7.3.5	Permeabilidad del suelo .....	39
3.7.3.6	Agua que necesita la tecnología para su funcionamiento .....	41
3.7.3.7	Frecuencia de Mantenimiento.....	42
3.7.3.8	Facilidad de Mantenimiento .....	44
3.7.3.9	Tiempo de construcción.....	46
3.7.3.10	Estabilidad del suelo.....	47
3.7.3.11	Disponibilidad del terreno .....	48
3.7.3.12	Tiempo de vida útil de la tecnología.....	50
3.7.4	Factores Sociales .....	50
3.7.4.4	Disposición de materiales de higiene anal.....	50
3.7.4.5	Aceptación cultural .....	52
3.7.5	Factores Ambientales .....	53
3.7.5.1	Aprovechamiento de residuos fecales .....	53
3.7.5.2	Uso de agua por la tecnología .....	54
3.7.5.3	Presencia de vectores .....	54
3.7.6	Factores Económicos .....	55
3.7.6.1	Costos de construcción: material y mano de obra .....	55



3.7.6.2	Costos de mantenimiento de la infraestructura .....	56
3.7.6.3	Costos de evacuación de residuos fecales .....	58
4.	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
4.7.5	Guía de diseño .....	59
4.7.6	Tabla comparativa de cotización de precios unitarios de tecnologías: Letrina de pozo anegado y Baño de arrastre hidráulico .....	60
4.7.7	Matriz de decisión para la tecnología letrina de pozo anegado .....	61
4.7.8	Matriz de decisión para la tecnología baño de arrastre hidráulico.....	62
4.7.9	Comparativa de parámetros técnicos, económicos, ambientales y sociales entre las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico .....	64
4.7.10	Comparativa de resultados alcanzados por la tecnología letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico .....	66
4.8.1	Factores Técnicos .....	67
4.8.1.1	Distancia entre la fuente de abastecimiento de agua y el sistema de saneamiento .....	67
4.8.1.2	Permeabilidad del suelo .....	67
4.8.1.3	Agua que necesita la tecnología para su funcionamiento .....	68
4.8.1.4	Frecuencia de Mantenimiento.....	69
4.8.1.5	Facilidad de Mantenimiento .....	70
4.8.1.6	Tiempo de construcción.....	71
4.8.1.7	Estabilidad del suelo.....	72
4.8.1.8	Disponibilidad del terreno .....	73
4.8.1.9	Tiempo de vida útil de la tecnología.....	74
4.8.2	Factores Sociales .....	74
4.8.2.1	Disposición de materiales de higiene anal .....	74
4.8.2.2	Aceptación cultural .....	75
4.8.3	Factores Ambientales .....	76
4.8.3.1	Aprovechamiento de residuos fecales .....	76
4.8.3.2	Uso de agua por la tecnología .....	77
4.8.3.3	Presencia de vectores .....	78
4.8.4	Factores Económicos .....	79
4.8.4.1	Costos de construcción: material y mano de obra .....	79
4.8.4.2	Costos de mantenimiento de la infraestructura .....	79
4.8.4.3	Costos de evacuación de residuos fecales.....	80
4.9	CONCLUSIONES.....	82

4.10 RECOMENDACIONES.....	85
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
6. ANEXOS.....	92
ANEXO I. Situación actual de la disposición de excretas en la comunidad de San Rafael.....	92
ANEXO II. Especificaciones técnicas de diseño de la letrina de pozo anegado.....	94
ANEXO III. Especificaciones técnicas para el diseño del baño de arrastre hidráulico.....	98
ANEXO IV. Guía de diseño de la letrina de pozo anegado.....	103
ANEXO V. Guía de diseño del baño de arrastre hidráulico.....	114
ANEXO VI. Cotizaciones de los materiales de construcción de la tecnología letrina de pozo anegado.....	126
ANEXO VII. Cotizaciones de los materiales de construcción de la tecnología baño de arrastre hidráulico.....	127
ANEXO VIII. Evidencia fotográfica y documental de las entrevistas realizadas a los habitantes de la comunidad San Rafael, Checa.....	132
ANEXO IX. Evidencia fotográfica de la medición en campo de la distancia entre la fuente de abastecimiento de agua y el sistema de saneamiento.....	168
ANEXO X. Estimación del peso total de construcción para las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico.....	171
ANEXO XI. Ejemplo de la matriz de decisión.....	176

## RESUMEN

El saneamiento básico es una necesidad que resulta difícil suplir en las zonas rurales, por esta razón surgen las alternativas para el manejo de excretas que buscan generar soluciones a esta problemática.

Las tecnologías de saneamiento con arrastre de agua propuestas para la comunidad San Rafael son: la letrina de pozo anegado y el baño de arrastre hidráulico.

La metodología empleada fue diseñar una guía para cada una de las tecnologías, en base a especificaciones y consideraciones técnicas extraídas de la Organización Panamericana de la Salud, seguidamente se determinó los precios unitarios de cada unidad de saneamiento por medio de cotizaciones en centros distribuidores de materiales y la mano de obra recurriendo a expertos en el área de la construcción, posteriormente para identificar la tecnología más propicia se utilizó la matriz de decisión en la que se incluyeron criterios técnicos con un peso de 40%, criterios económicos con un peso de 30%, criterios sociales con un peso de 15% y criterios ambientales con un peso de 15%, conjuntamente se llevaron a cabo visitas de campo para recabar información de primera mano en encuestas.

El resultado de la evaluación de las tecnologías le otorgo un 51.33% para la letrina de pozo anegado y un 58.11% para el baño de arrastre hidráulico, estas alternativas no son factibles implementarlas en la comunidad porque no cuentan con un manejo adecuado de la red de distribución, poca permeabilidad lo que imposibilita el funcionamiento y los costos elevados superan el ingreso mensual que perciben los habitantes.

**PALABRAS CLAVE:** Saneamiento rural, manejo de excretas, residuos fecales, unidades de saneamiento, tecnologías de saneamiento, arrastre hidráulico, pozo anegado.

## ABSTRACT

Basic sanitation is a need that is difficult to meet in rural areas, which is why there are alternatives for excreta management that seek to generate solutions to this problem.

The sanitation technologies with flush toilets proposed for the San Rafael community are the flooded pit latrine and the hydraulic flush toilet.

The methodology used was to design a guide for each of the technologies, based on specifications and technical considerations extracted from the Pan American Health Organization, then the unit prices of each sanitation unit were determined by means of quotations in material and labor distribution centers using experts in the construction area, Subsequently, a decision matrix was used to identify the most appropriate technology, which included technical criteria with a weight of 40%, economic criteria with a weight of 30%, social criteria with a weight of 15%, and environmental criteria with a weight of 15%.

The result of the evaluation of the technologies gave 51.33% for the flooded pit latrine and 58.11% for the hydraulic drag toilet, these alternatives are not feasible to implement in the community because they do not have an adequate management of the distribution network, low permeability which makes it impossible to operate and the high costs exceed the monthly income received by the inhabitants.

**KEYWORDS:** Rural sanitation, excreta management, fecal waste, sanitation units, sanitation technologies, hydraulic drag, flooded well.

# 1. INTRODUCCIÓN

## DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El saneamiento básico en las zonas rurales constituye un desafío que involucra la participación de varios organismos tanto nacionales, regionales, cantonales, parroquiales y la misma comunidad, que en conjunto puedan crear estrategias que contribuyan a generar intervenciones sostenibles (OPS Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS Asociación Servicios educativo Rurales, 2009).

La falta de acceso a servicios como agua potable y sistemas de alcantarillado convencionales en áreas rurales ha suscitado en un riesgo para la salud, relacionado directamente con el inadecuado manejo de excretas. Según CONAGUA: “Los malestares gastrointestinales provienen principalmente de partículas de heces humanas que son transportadas por el viento y por escurrimientos pluviales”, estos escenarios se pueden prevenir asegurando el entubamiento del agua y a través de sistemas de disposición segura de las excretas.

El componente ambiental se ve afectado con condiciones insalubres ocasionadas por el inadecuado manejo de excretas que afecta principalmente al recurso agua por el fecalismo humano al aire libre, por tal motivo, es esencial la instauración del saneamiento básico rural que comprende el acceso a agua potable, la disposición propicia de residuos sólidos y la disposición sanitaria de excretas humanas.

Las unidades de saneamiento con arrastre de agua constituyen una opción viable en lugares que cuenten con el recurso agua en cantidades que aseguren su operatividad y mantenimiento, sin embargo, no es recomendable implementarlo en zonas donde el abastecimiento de agua sea mediante fuentes subterráneas pues, se pone en riesgo la inocuidad de este recurso (SANBASUR, 2004).

Para asegurar la sostenibilidad de las unidades de saneamiento es importante considerar condiciones técnicas, sociales, ambientales y económicas pertinentes para las comunidades a ser atendidas. Estos escenarios permiten identificar el sistema de saneamiento más propicio a nivel unifamiliar (Álvarez, 2011).

En función de la falta de sistemas adecuados de manejo de excretas para la Comunidad de San Rafael en la parroquia de Checa un área rural constituida por 50 familias, que actualmente realizan defecación directa al medio ambiente o disponen sus excretas en pozos ciegos construidos de forma rudimentaria por los mismos usuarios, se propone una guía de diseño tanto para letrina de pozo anegado como para baño de arrastre hidráulico, y

a través de los criterios técnicos, sociales ambientales y económicos definidos en una matriz de decisión se pretende evaluar comparativamente la factibilidad de establecer estas tecnologías en la comunidad (Yunga, n.d.).

## **1.1 Objetivo general**

Evaluar dos alternativas para el manejo de excretas: letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico en la parroquia rural de San Rafael en Checa constituida por 50 familias tomando en cuenta las condiciones técnicas, ambientales, sociales y económicas.

## **1.2 Objetivos específicos**

1. Establecer una guía de diseño de letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico para la comunidad rural de Checa con el fin de gestionar su saneamiento.
2. Determinar los precios unitarios de construcción para las unidades de saneamiento letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico.
3. Identificar la tecnología de saneamiento más idónea entre de letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico, en base a parámetros técnicos, ambientales, sociales y económicos

## **1.3 Alcance**

El presente proyecto tiene como propósito realizar una evaluación de la tecnología de disposición de excretas más propicia para implementar entre la letrina de pozo anegado y el baño de arrastre hidráulico en la comunidad rural de San Rafael, Checa organizada por 50 familias.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizarán varias actividades que se describen a continuación: la descripción bibliográfica de la disposición de excretas y las alternativas de saneamiento con arrastre de agua, la descripción del área de estudio a través de recopilación de información mediante encuestas y visitas de campo para conocer la situación actual de la comunidad, la elaboración de una guía de diseño para cada tecnología que utilizará las especificaciones técnicas definidas en las “Guías de diseño de la Organización Panamericana de la Salud”, los resultados se esquematizarán en el software “Fusión 360” para una fase de diseño o planteamiento y posteriormente se visualizará la guía en “Canva”.

Así también se determinarán los precios unitarios de construcción para cada una de las unidades de saneamiento: letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico mediante cotizaciones, y finalmente se identificará la tecnología de saneamiento más idónea para la

comunidad de San Rafael, considerando parámetros técnicos, económicos, ambientales y sociales, a través de una matriz de decisión en la que se incluyen estos criterios antes mencionados.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES**

En el mundo alrededor del 45% de la población que corresponde a 3400 millones de personas cuentan con sistemas de alcantarillado dispuesto de forma segura, el 29% de la población que es 2200 millones de personas cuentan con sistemas básicos de saneamiento, el 9% que es alrededor de 701 millones de personas cuenta con sistemas no mejorados de disposición de excretas, el 9% que corresponde a 673 millones de personas realizan defecación al aire libre y el 8% que son 627 millones de personas cuentan con sistemas limitados (Banco Mundial, 2017; UNICEF; & OMS, 2020).

La baja cobertura de saneamiento afecta principalmente a la calidad de vida de las personas más pobres de áreas rurales (Caicedo, 2012). El inadecuado manejo de técnicas de saneamiento provoca alto riesgo de enfermedades diarreicas, que a nivel mundial corresponde al 88% (Pérez Vidal et al., 2016). Los sistemas de saneamiento están determinados por el uso y acceso a las infraestructuras y los servicios, que permitan una disposición segura de orina y excretas, precautelando que no exista contacto e interfiera con la salud de las personas (Carrasco Mantilla, 2016; Piza De la Hoz & Pérez Vidal, 2019).

En el 2015 la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció al saneamiento básico como un derecho humano independientemente de los ingresos económicos, la edad, el género o la etnia que involucra no solamente el acceso a un dispositivo sanitario, sino también que su salud e integridad no se vea afectada negativamente con los residuos fecales no gestionados (UNICEF; & OMS, 2020).

El saneamiento básico hace referencia al acceso a sistemas de alcantarillado, pozo séptico, pozo ciego y letrinas con losa; sin embargo, en varios sectores rurales no se cuenta con estos servicios por lo que se realiza defecación al aire libre y se entierran los desechos fisiológicos (Pozo et al., 2017).

En el Ecuador la disposición de excretas difiere según la municipalidad con un total de 221 municipios, se tiene que 112 municipios tiene alcantarillado diferenciado, es decir, con separación de descargas sanitarias y pluviales, 102 municipios tienen alcantarillado combinado, es decir, se manejan tanto descargas sanitarias como pluviales en un mismo sistema y 7 municipios no cuentan con alcantarillado(INEC, 2017).

Las unidades básicas de saneamiento en zonas rurales, que no cuentan con sistema de alcantarillado, son una medida de mantener un ambiente sano, sin contaminación y, además, generan bienestar en la comunidad (Celis, 2013; Poma & Rojas, 2018). El área rural corresponde a la parte de la población en la que se enfocará el presente proyecto.

## 2.2 ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL INADECUADO MANEJO DE EXCRETAS

El saneamiento seguro es fundamental para la salud de las personas, la falta de estos sistemas contribuye a la aparición y propagación de infecciones y enfermedades asociadas al inadecuado manejo de residuos fecales (OMS, 2018). Dentro de las excretas se encuentran cuatro categorías de patógenos: bacterias, virus, protozoos y parásitos. Las infecciones más importantes con la salud pública relacionadas con las excretas se enlistan a continuación en la Tabla 1 (Vargas, 2014).

**Tabla 1.** Enfermedades relacionadas con la aparición de patógenos presentes en las excretas.

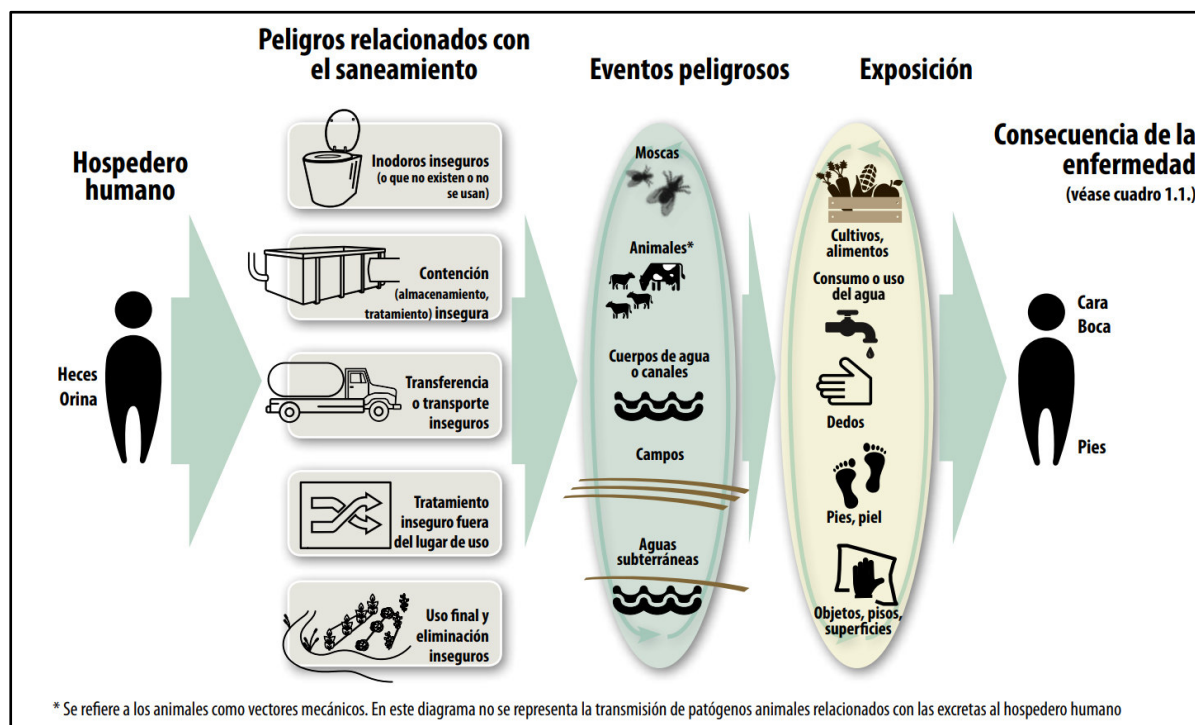
<b>Categoría</b>	<b>Patógeno</b>	<b>Enfermedad asociada</b>	<b>Orina</b>	<b>Heces</b>
<b>Virus</b>	<i>Polio</i>	Parálisis Infantil		X
	<i>Adenovirus</i>	Gastroenteritis		X
<b>Bacterias</b>	<i>Escherichia coli</i>	Diarrea	X	X
	<i>Salmonella typhi</i>	Tifus	X	X
	<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera		X
<b>Protozoos</b>	<i>Entamoeba histolytica</i>	Disenterías		X
	<i>Ciclospora cayetanensis</i>	Diarrea aguda		X
<b>Helmitos</b>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Infestación con parásitos		X
	<i>Strongyloides stercoralis</i>	Dolor abdominal, trastornos renales		X

**Fuente:** (OMS, 2018; Vargas, 2014)



Es importante aclarar que la orina no es precursora de enfermedades pues contiene  $10^3$  UFC/ml, que no involucra un riesgo en relación con las heces que contienen de  $10^{11}$  a  $10^{13}$  UFC/ml dosis que representa un riesgo a la salud, sin embargo, la orina puede ser precursor de agentes patógenos cuando ha tenido contacto con las heces (OMS, 2018).

A continuación, en la Figura 1 se presenta el mecanismo de transmisión de enfermedades relacionadas con los organismos patógenos de las excretas.



**Figura 1.** Mecanismo de transmisión de enfermedades relacionadas con las excretas

**Fuente:** (OMS, 2018)

El saneamiento inseguro conlleva la proliferación de organismos patógenos precursores de enfermedades que afectan la calidad de vida de las personas.

## 2.3 ESTADO DEL ARTE

### 2.3.1 Opciones tecnológicas de saneamiento apropiadas al contexto rural

Las tecnologías de saneamiento corresponden a soluciones que se adaptan a las condiciones socioeconómicas de la comunidad para dotar de servicios de calidad en función de la realidad social. En la mayor parte de comunidades rurales es habitual que las viviendas se encuentran situadas de manera dispersa, por lo que implementar un sistema de alcantarillado resulta sumamente enrevesado, por ello surgen las tecnologías de saneamiento como un instrumento para generar solución a estas necesidades para un nivel

de servicio unifamiliar (Almeida, 2021; Organización Panamericana de la Salud, 2009). Entre las principales se encuentran sin arrastre de agua: letrina de hoyo seco ventilado, biodigestor, letrina compostera; y con arrastre de agua: pozo séptico, letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico.

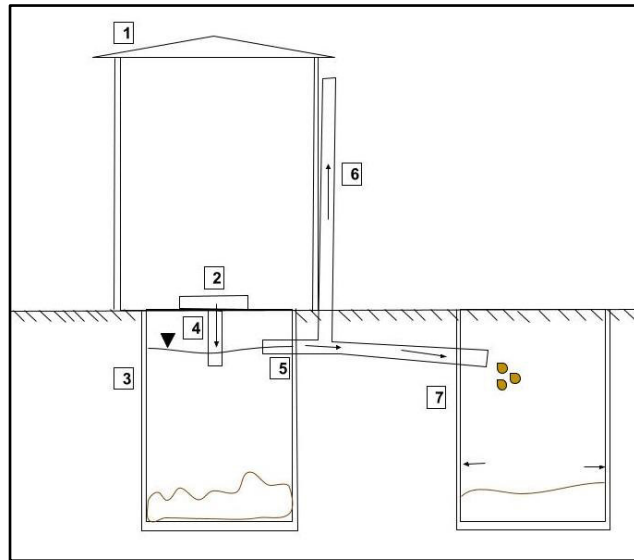
### **2.3.2 Tecnologías de saneamiento con arrastre de agua**

Las opciones tecnológicas constituyen una solución ingenieril cuyo objetivo es dotar de servicios de calidad en saneamiento a un costo vinculado a la situación local (SANBASUR, 2004) (OPS Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS Asociación Servicios educativo-Rurales, 2009). Las alternativas de disposición adecuada de excretas para áreas rurales están condicionadas por varios factores: técnicos, ambientales, sociales y económicos (Almeida, 2021). Dentro de las tecnologías de saneamiento con arrastre de agua, para el presente proyecto se han definido a las siguientes: letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico.

#### **2.3.2.1 Letrina de pozo anegado**

Esta tecnología consta de una caseta (1), dentro de la misma se ubica la letrina que es de tipo turca, es decir, no tiene un retrete, en el piso o losa de hormigón (2) que cuenta además con los resaltes de los pies para una mayor facilidad de uso y asepsia; debajo se sitúa un pozo que debe mantenerse lleno de agua con al menos 1 m<sup>3</sup> (3); la conexión entre la letrina turca y el pozo es por medio de un tubo de descarga (4) que desciende desde la letrina, el mismo que debe estar sumergido en el agua, por el cual las heces y la orina ingresan hacia el pozo en donde se acumularán los lodos y se llevará a cabo el proceso de digestión anaeróbica, el lodo fecal se reduce alrededor de la cuarta parte de su volumen los mismos que al acumularse deben ser removidos. Para evacuar el efluente del pozo se dispondrá de un tubo lateral al depósito (5) en el que, por cada litro de agua agregado se desocupará la cantidad correspondiente al agua residual; además cuenta con un sistema de ventilación (6) que involucra a un tubo que se bifurca verticalmente del tubo lateral de salida del efluente del pozo hasta aproximadamente el techo de la caseta.

Finalmente, el efluente de salida del pozo se transporta hacia un pozo de percolación (7) en el que se trata el agua residual y se infiltra al suelo como se muestra en la Figura 2 (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

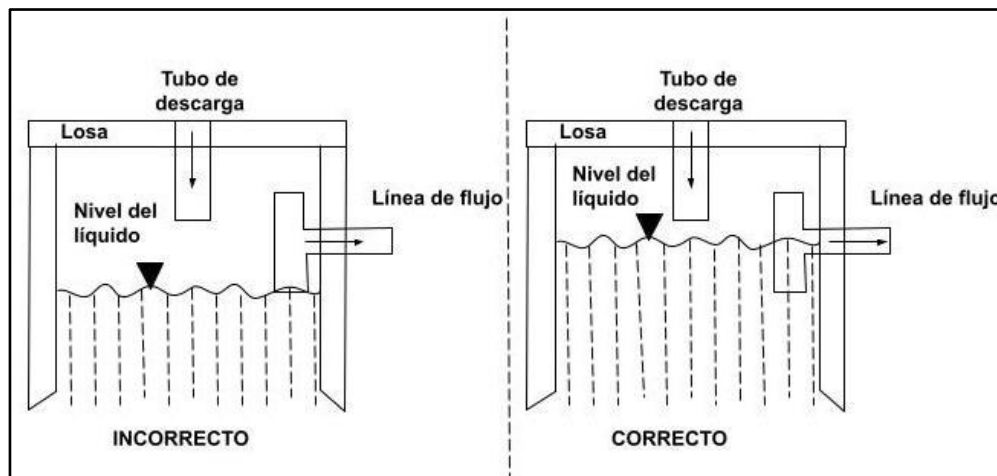


**Figura 2.** Letrina de pozo anegado,

**Fuente:** Organización Panamericana de la Salud, 2011

### 2.3.2.1.1 Funcionamiento

Antes de utilizar esta tecnología es necesario certificar que el pozo se encuentre con agua hasta la línea de flujo para una operatividad apropiada como lo muestra la Figura 3, una vez concluido el uso se debe contar con una escobilla de baño y una cubeta con agua que se agregará en el hoyo después de cada uso, de esta manera se mantiene limpio el tubo de descarga de la tecnología y se evita la proliferación de vectores y malos olores (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

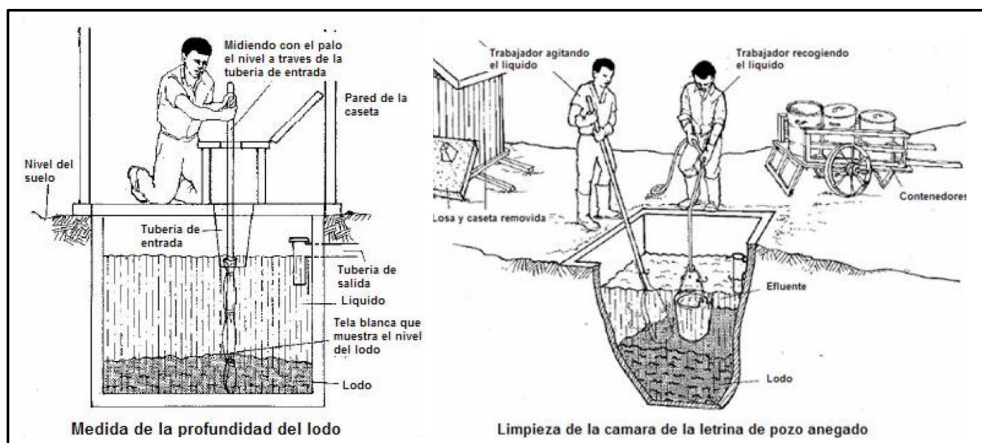


**Figura 3.** Funcionamiento de letrina de pozo anegado,

**Fuente:** Organización Panamericana de la Salud, 2005

### 2.3.2.1.2 Mantenimiento

Para el mantenimiento del nivel de líquido del pozo se realiza la medición del lodo en la cámara mediante estimación, para ello se emplea un palo de aproximadamente 2 metros en el primer metro se coloca una tela blanca que servirá de indicador, se sumerge lentamente el palo en la tubería por algunos minutos, procedimiento que se observa en el lado izquierdo de la Figura 4, luego se retira y se observa, si la altura del lodo que corresponde a partículas oscuras, se encuentra inferior a la profundidad de la mitad del nivel del líquido no es necesario dar un mantenimiento al momento, sin embargo, si la altura del lodo es igual o superior a la profundidad del nivel del líquido se debe vaciar la cámara como se aprecia en el lado derecho de la Figura 4, este procedimiento debe ser realizado una vez al año para determinar la necesidad de limpieza del pozo (Organización Panamericana de la Salud, 2005b).



**Figura 4.** Mantenimiento de letrina de pozo anegado,

**Fuente:** Organización Panamericana de la Salud, 2005

Para conocer el volumen de los lodos y natas del pozo que se van a evacuar se empleará la siguiente ecuación:

Donde;

$$Vl = N \times f \times F \times S$$

**Ecuación 1.** Volumen de lodos y natas en el tanque.

Donde:

$Vl$  = Volumen de lodos y natas en el tanque (litros).

$N$  = Número de personas a servir por el tanque.

$f$  = Número de años entre vaciado (2 – 5 años).

$F$  = Factor relación entre la digestión del lodo con la temperatura del intervalo de extracción (Tabla 2), (Para 10°C).

$S$  = Índice de acumulación de lodos y natas, puede ser tomado 25 litros por persona por año para tanques que reciben descargas solo del inodoro y 40 litros por persona por año para tanques que reciben descargas del inodoro y lavadero.

**Tabla 2.** Valores de  $F$  determinados con el volumen de lodos y natas.

Número de años entre limpieza	Valor de $F$		
	Temperatura ambiente		
	>20°C	>10°C	<10°C
	A través del año	A través del año	A través del año
1	1.3	1.5	2.5
2	1.0	1.15	1.5
3	1.0	1.0	1.27
4	1.0	1.0	1.15
5	1.0	1.0	1.06
6 a más	1.0	1.0	1.0

**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005)

- Volumen diario de retención de líquido:

$$V_s = N \times v_e$$

**Ecuación 2.** Volumen de retención.

Donde:

$V_s$  = Volumen requerido para la retención del líquido de 24 horas.

$N$  = Número de personas a servir por el tanque.

$v_e$  = Flujo de agua residual por persona (l/persona\*día), (adopta el valor promedio de 1.5 l).

- Volumen total del tanque:

$$V_t = V_s + V_l$$

**Ecuación 3.** Volumen total del tanque séptico.

### 2.3.2.1.3 Ventajas y desventajas de la letrina de pozo anegado

La unidad de saneamiento letrina de pozo anegado presenta algunas ventajas y desventajas que se han recopilado en la Tabla 3 que se presenta a continuación:

**Tabla 3.** Ventajas y Desventajas de la letrina de pozo anegado

<b>Ventajas</b>		<b>Desventajas</b>	
<b>1</b>	Puede situarse inmediato a un domicilio.	<b>1</b>	Requiere de agua para su operación.
<b>2</b>	Controla la propagación de olores desagradables para el usuario.	<b>2</b>	Implica una inversión inicial alta.
<b>3</b>	Minimiza la presencia de vectores como las moscas.	<b>3</b>	Se requiere de equipos como tanqueros de extracción para evacuar periódicamente los lodos acumulados en el pozo o tanque séptico.
<b>4</b>	Su construcción puede ser realizada por el usuario.	<b>4</b>	Demanda de espacios para ser implantada.
<b>5</b>	Su instalación es permanente.	<b>5</b>	Se necesita de suelo permeable para la evacuación del efluente del pozo de percolación.
<b>6</b>	Puede resistir un exceso del uso.	<b>6</b>	No se deben colocar desinfectantes en el interior de la letrina pues interfiere con el proceso de descomposición de los materiales en el interior.

**Elaborado por:** Quilumba,2022

**Fuente:** (Álvarez, 2011; Comisión Nacional del Agua, 2007a; Guibo, 2012; Quispe & Azzariti, 1993; Vargas, 2014)

### 2.3.2.1.4 Factores determinantes para el diseño de la letrina de pozo anegado

La OPS define los siguientes requisitos previos que se deben cumplir para el diseño de esta alternativa de saneamiento:

#### 2.3.2.1.4.1 Ubicación de la caseta de la tecnología

La caseta de esta alternativa se debe colocar a 3 m de la vivienda, a 3 m del límite de la vivienda y a 15 m de la fuente de dotación de agua (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

#### **2.3.2.1.4.2 Ubicación de los pozos de percolación**

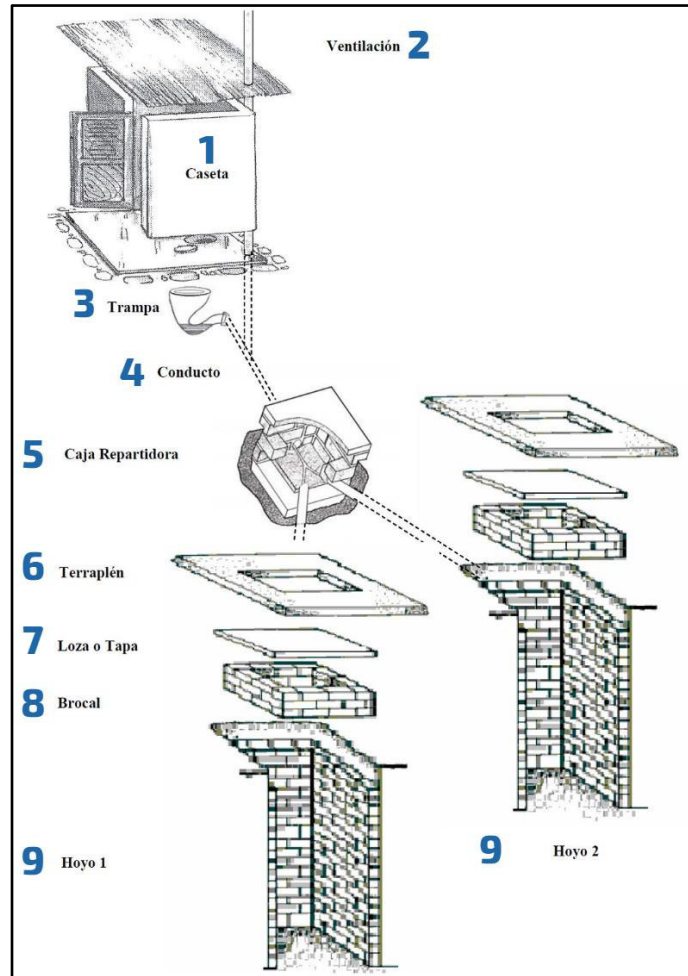
Los pozos de infiltración de efluentes provenientes de la letrina de pozo anegado se deben localizar a 30 m de la fuente de dotación de agua, a 6 m de la vivienda, a 3 m del límite de la vivienda y a 3 m del árbol más cercano (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

#### **2.3.2.1.4.3 Tipo de suelo**

La letrina de pozo anegado debe construirse en terrenos que favorezcan la excavación e infiltración, no podrán ser instaladas en zonas pantanosas inundables, suelos impermeables o con presencia de arcillas expansivas (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

#### **2.3.2.2 Baño de arrastre hidráulico**

Es una unidad de saneamiento que requiere de 2 a 8 litros de agua para su uso, la tecnología consta de una caseta de bloque o ladrillo (1), también posee un conducto de ventilación (2), el aparato sanitario (3) es liso de tipo sifón que cumple con la función de sello hidráulico, este se une herméticamente a la losa que a continuación se acopla a un conducto de evacuación (4) con una pendiente mínima del 3%; el efluente del inodoro se conduce a una caja repartidora con la finalidad de facilitar la limpieza y el mantenimiento (5), posteriormente el contenido fecal de arrastre se conduce a pozos de acumulación (9) que se cubren con un material de protección para el suelo, sobre este se coloca un brocal (8) de concreto para permitir el apoyo de la losa, la cubierta o tapa de concreto (7) permite soportar cualquier sometimiento de carga, una vez instalada se coloca alrededor de la tapa arcilla también denominada terraplén (6) de manera apisonada, como se describe en la Figura 5 y finalmente el efluente se conduce hasta un pozo de percolación en el que se disminuye la carga contaminante del agua y se filtra en el suelo (Organización Panamericana de la Salud, 2005b) (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005) (Comisión Nacional del Agua, 2007b).



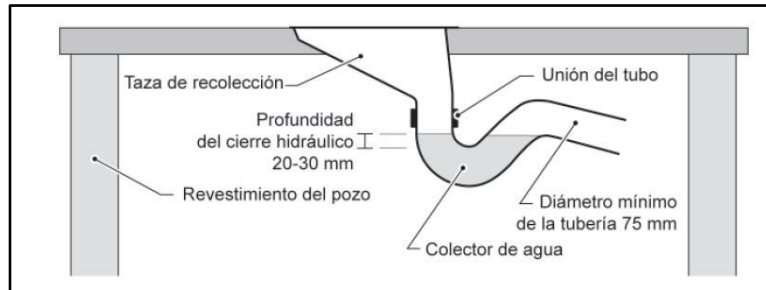
**Figura 5.** Baño de arrastre hidráulico,

**Fuente:** (Antúnez, 2019)

### 2.3.2.2.1 Funcionamiento

Para utilizar esta alternativa de saneamiento es fundamental que luego del uso se debe accionar la palanca para descargar el agua del dispositivo sanitario o depositar alrededor de dos a cinco litros de agua en el inodoro, tanto para asepsia como para evitar la salida de olores desagradables, de lo contrario se establecerán condiciones antihigiénicas. En la Figura 6, se describe la profundidad del sello de agua del dispositivo sanitario (Organización Panamericana de la Salud, 2005).





**Figura 6.** Sifón del aparato sanitario de baño de arrastre hidráulico,

**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud, 2011) Disposición de excretas en situaciones de emergencia, 2011

### 2.3.2.2.2 Mantenimiento

Se debe limpiar semanalmente la caseta con instrumentos apropiados: agua, jabón, trapeador, cepillo, de la manera en la que se aprecia en la Figura 7; en caso de no disponer los materiales mencionados se puede emplear cenizas para absorber las deposiciones y la humedad, Además, cuando el material fecal del pozo de acumulación se encuentre a 0.5 metros cerca de la losa se debe remover el contenido y evacuar los lodos mediante succión para prolongar la vida útil de los pozos (Antúñez, 2019; Organización Panamericana de la Salud, 2005b).



**Figura 7.** Mantenimiento del baño de arrastre hidráulico,

**Fuente:** Organización Panamericana de la Salud, 2005b

Para conocer las actividades de mantenimiento de los pozos es necesario conocer la cantidad de lodo que se va a evacuar de los pozos de acumulación se presentan las ecuaciones a continuación, así como la definición del tiempo de vida útil en función de los años de diseño.

a) La altura total del pozo emplea la siguiente ecuación:

$$Ht = Hl + Ha + Hs$$

**Ecuación 4.** Altura total del pozo.

Donde;

$Ht$ = Altura total del pozo

$Hl$ = Altura de la capa de lodo

$Ha$ = Altura de la capa de líquido sobre el nivel del lodo

$Hs$ = Altura adicional de seguridad

b) La altura de la capa de lodo depositado en el pozo de acumulación se determinará con la siguiente ecuación:

Donde;

$$Hl = \frac{N \times Tl \times t}{A}$$

**Ecuación 5.** Altura de la capa de lodo.

$N$ = Número de usuarios.

$Tl$ = Tasa de producción de lodo ( $m^3$ /habitante\*año), (0.06  $m^3$ /persona\*año).

$t$ = Tiempo de utilización de la letrina (años).

$A$ = Área de la sección transversal del hoyo ( $m^2$ ) (diámetro de 0.8 m a 1.5 m).

c) La altura de la capa de líquido sobre el nivel del lodo se determinará mediante la siguiente ecuación:

Donde;

$$Ha = \frac{N \times Ta}{P \times Ti}$$

**Ecuación 6.** Altura del líquido función de la forma del hoyo.

Donde:

$Ha$ = Altura de la capa de líquido sobre el nivel del lodo.

$N$ = Número de usuarios.

$P$ = Perímetro de la sección transversal del hoyo si el hoyo es revestido considerar el perímetro exterior del revestimiento (m).

$T_i$ = Tasa de infiltración del suelo ( $l/m^2 \cdot día$ ) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Tasas recomendadas para la infiltración de lixiviados en los hoyos.

Tipo de Suelo	Tasa de Infiltración ( $l/m^2 \cdot día$ )
SUELOS DE BUENA PERMEABILIDAD	
• Arena	50
• Limos arenosos, limos	30
• Limos o arcillosos porosos	20
SUELOS DE BAJA PERMEABILIDAD	
• Limos o arcillas compactas	10

$T_a$ = Tasa de aporte de líquido ( $l/persona \cdot día$ ), se medirá mediante la siguiente expresión:

$$T_a = n \times v + v_e$$

#### **Ecuación 7.** Tasa de aporte de líquido

Donde:

$n$ = Número de veces que cada usuario ocupa la letrina durante el día, (3 veces).

$v$ = Volumen de agua que se arroja al aparato sanitario luego de cada uso (l), (sugerencia se adopta 3 l).

$v_e$ = Volumen de orina y excreta aportado diariamente por cada usuario, (se adopta valor promedio de 1.5 l).

d) La altura de seguridad debe ser mayor a 0.3 m.

#### **2.3.2.2.3 Ventajas y desventajas del baño de arrastre hidráulico**

La unidad de saneamiento baño de arrastre hidráulico muestra algunas ventajas y desventajas que se han descrito en la Tabla 5 que se presenta a continuación:

**Tabla 5.** Ventajas y Desventajas del baño de arrastre hidráulico

Ventajas	Desventajas
----------	-------------

1	No existe molestias para el usuario por fetidez de la unidad de saneamiento.	1	Es fundamental el acceso al agua durante todo el año para su uso.
2	Puede ubicarse cerca o en el interior del domicilio.	2	Involucra una inversión inicial alta.
3	Es de difícil acceso para vectores como moscas.	3	Es necesario el uso de equipos como tanqueros de extracción para la evacuación de lodos de la cámara.
4	Se presenta estéticamente confortable para el usuario.	4	Es importante disponer de áreas libres con suelos permeables para su instalación y operatividad.
5	De fácil instalación y operatividad en zonas rurales.	5	No se pueden colocar papel empleado en la limpieza anal pues puede ocasionar obstrucción de las tuberías.
6	Las excretas no se disponen directamente al ambiente.	6	No es recomendable en suelos impermeables o rocosos.
7	Evita la contaminación fecal de aguas superficiales destinadas al abastecimiento humano.	7	Se necesita que el operador tenga una capacitación para el mantenimiento.

**Elaborado por:** Quilumba,2022

**Fuentes:** (Gordón, 2014; Quispe & Azzariti, 1993; Vargas, 2014)

#### **2.3.2.2.4 Factores determinantes para el diseño del baño de arrastre hidráulico**

La OPS define los siguientes requisitos previos que se deben cumplir para el diseño de esta alternativa de saneamiento:

##### **2.3.2.2.4.1 Ubicación de la caseta de la tecnología**

La caseta de esta alternativa se debe colocar de preferencia en el interior del domicilio, en caso de ubicar en el exterior la distancia a la vivienda no debe ser mayor a 5 m (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

##### **2.3.2.2.4.2 Ubicación de los pozos de percolación y de almacenamiento de excretas**

Los pozos de infiltración de efluentes provenientes del baño de arrastre hidráulico se deben localizar en el exterior de la vivienda y como mínimo a 1 m del muro exterior del domicilio, deben ubicarse aguas abajo de los pozos de extracción de agua para consumo humano a 30 m (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

#### **2.3.2.2.4.3 Tipo de suelo**

El baño de arrastre hidráulico debe construirse en terrenos que favorezcan la excavación e infiltración de las aguas provenientes del arrastre de los desechos fisiológicos, no podrán ser instaladas en zonas pantanosas inundables, suelos impermeables o con presencia de arcillas expansivas (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

### **2.3.3 Proceso de digestión anaerobia que ocurre en los pozos de las tecnologías de arrastre de agua**

La digestión anaerobia es un proceso fermentativo que se produce en el tratamiento de las aguas residuales, en este proceso la materia orgánica se transforma en metano y CO<sub>2</sub> en ausencia de oxígeno gracias a la interacción de comunidades bacterianas (Rodríguez, 2014).

La degradación de la materia orgánica involucra a tres grupos de bacterias y se desarrolla en cuatro pasos de transformación:

- a) Hidrólisis: bacterias hidrolíticas (Grupo I)
- b) Acidogénesis: bacterias fermentativas (Grupo I)
- c) Acetogénesis: bacterias acetogénicas (Grupo II)
- d) Metanogénesis: bacterias metanogénicas (Grupo III)

El proceso inicia con la hidrólisis de proteínas, polisacárido y lípidos gracias a enzimas producidas por las bacterias del grupo I cuyos productos son moléculas de bajo peso molecular: aminoácidos, azúcares, alcoholes y ácidos grasos; posteriormente son fermentados a ácidos grasos de bajo número de carbonos como los ácidos acético, fórmico, propiónico y butírico para posteriormente reducirse a etanol, H<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, éstos productos son convertidos a acetato, hidrógeno y CO<sub>2</sub> por las bacterias del grupo II, finalmente las bacterias del grupo III reducen el acetato y CO<sub>2</sub> a metano como se observa en la Figura 8 (Rodríguez, 2014).

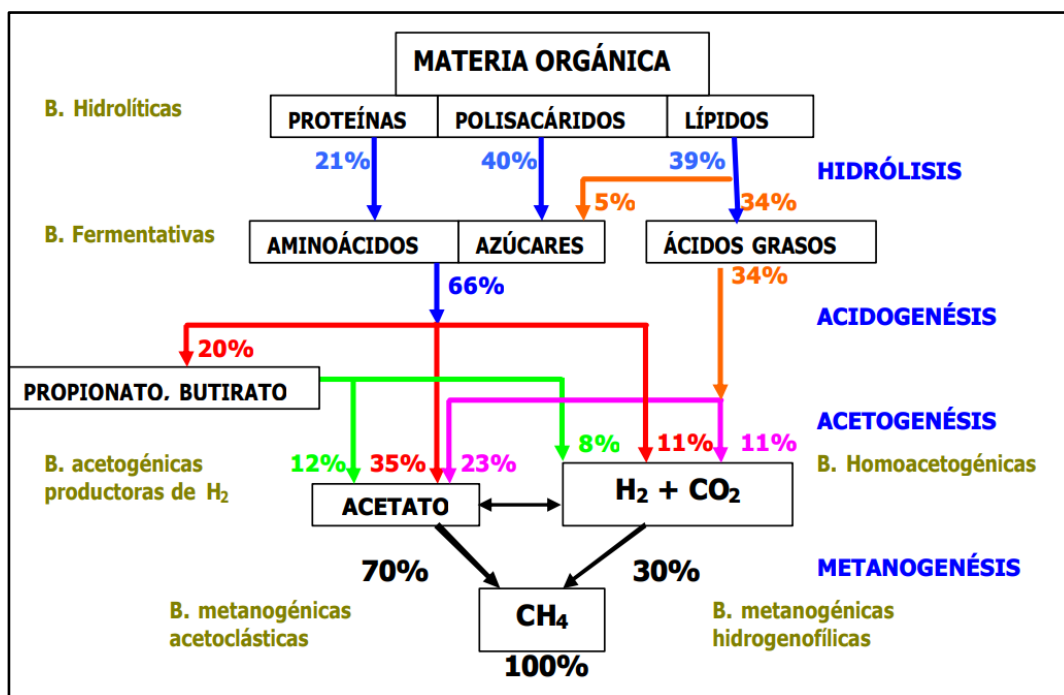


Figura 8. Etapas de la digestión anaerobia

Fuente: (Rodríguez, 2014)

### 2.3.4 Factores que influyen en la selección de la opción tecnológica a nivel de comunidades rurales

Los factores de selección permiten determinar la tecnología más apropiada y conveniente considerando aspectos: técnicos, sociales, económicos y ambientales que involucra un análisis exhaustivo de los mismos, de manera que brinde soluciones a las necesidades de las comunidades rurales (Organización Panamericana de la Salud, 2009; Vargas, 2014).

#### 2.3.4.1 Factores Técnicos

Los factores técnicos son un conjunto de estándares que permiten lograr el montaje de la infraestructura de la tecnología, así como las condiciones necesarias para las fases de operación, mantenimiento y evacuación; tienen el objetivo de prevenir posibles repercusiones negativas en el medio ambiente, asimismo evitar condiciones de enfermedad asociadas al inadecuado manejo de excretas (Álvarez, 2011; Fondo para el logro de los Objetivos del Milenio (MDGF), 2010; Organización Panamericana de la Salud, 2009; Piza De la Hoz & Pérez Vidal, 2019; Vargas, 2014).

Los factores técnicos que se han establecido como punto de partida son: la cantidad de agua empleada pues existen tecnologías que requieren poca cantidad de agua y otras que no la necesitan, además la distancia de las fuentes de agua cercanas para garantizar la inocuidad en el agua de consumo humano pues son las principales susceptibles a contaminación

especialmente las subterráneas, la disponibilidad del terreno, la permeabilidad del suelo por su capacidad de absorción, la estabilidad del suelo para la construcción de las tecnologías, el mantenimiento de las infraestructuras, el tiempo de construcción y de vida útil de los sistemas de saneamiento (OPS Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS Asociación Servicios educativo Rurales, 2009; Torres, 2013).

#### **2.3.4.1.1 Distancia entre la fuente de abastecimiento de agua y el sistema de saneamiento**

Las fuentes tanto superficiales como subterráneas empleadas en la dotación de agua potable para la comunidad son un factor de gran relevancia por la susceptibilidad a posible contaminación con material fecal de los sistemas de saneamiento “in situ”, desencadenando enfermedades en la población, por lo que es conveniente mantener una separación pertinente entre el sistema de saneamiento y la fuente de dotación de agua, con la finalidad de asegurar la fuente de abastecimiento (Gordón, 2014; Organización Panamericana de la Salud, 2009).

#### **2.3.4.1.2 Permeabilidad del suelo**

La permeabilidad del suelo es la facultad con la que el agua o el gas, manifestado como vapor de agua, pasa a través de los poros (Angelone et al., 2006).

Este parámetro influye significativamente en la selección de la tecnología, pues si la infiltración es muy rápida existe la posibilidad de contaminar acuíferos, además no será posible que el suelo degrade agentes precursores de enfermedades, caso contrario si la infiltración es muy lenta el agua cloacal puede rebosar y extenderse en superficie contaminando cuerpos de agua superficial y vulnerando el bienestar de la población (Gordón, 2014; Leache, 2013; Moreno, 2019; Organización Panamericana de la Salud, 2009; Vargas, 2014).

Este parámetro es determinante para definir si la tecnología debe ser con arrastre de agua o sin arrastre de agua (Vargas, 2014).

#### **2.3.4.1.3 Agua que necesita la tecnología para su funcionamiento**

Alude al volumen de agua que la población utiliza únicamente para el desempeño de los sistemas de saneamiento, en consecuencia, se identifica si la alternativa puede o no funcionar con la cantidad de agua que disponen los usuarios (Gordón, 2014; Moreno, 2019; OMS, 2019; Organización Panamericana de la Salud, 2009).

#### **2.3.4.1.4 Frecuencia de mantenimiento**

Corresponde al número de veces que el usuario destina para actividades de inspección de operatividad, reparación de averías en la estructura, de forma que se garantice el adecuado funcionamiento de la tecnología (Organización Panamericana de la Salud, 2005b).

#### **2.3.4.1.5 Facilidad de mantenimiento**

Se basa en las limitaciones que se presentan en el sostenimiento de la tecnología para que funcione en óptimas condiciones; así como en las habilidades y capacidades del operador para desempeñar estas actividades (Organización Panamericana de la Salud, 2005b).

#### **2.3.4.1.6 Tiempo de construcción**

Es el tiempo que se requiere para constituir la tecnología de saneamiento sea expresado en días, semanas o meses dependiendo del trabajo que realice la persona o personas a cargo (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005; Organización Panamericana de la Salud, 2005b).

#### **2.3.4.1.7 Estabilidad del suelo**

La estabilidad del suelo corresponde a “la resistencia que los agregados del suelo brindan a agentes disgregantes externos sean el agua, viento, manipulaciones mecánicas” (UNLP, 2019) y se encuentra vinculada con la capacidad de carga que es aquella “carga de cimentación que al ser aplicada no ocasiona daños en la estructura soportada” (Patzán, 2009), cuyas unidades se encuentran expresadas en masa por superficie ( $t/m^2$ ), es así que, si la capacidad de carga del suelo supera la capacidad de carga de las estructuras que se pretenden construir es adecuado llevar a cabo la construcción, caso contrario no será posible la construcción debido a posibles riesgos (Gordón, 2014; Moreno, 2019; Organización Panamericana de la Salud, 2009; Sarria & López, 2012; Vargas, 2014).

#### **2.3.4.1.8 Disponibilidad del terreno**

Es el área que el usuario está dispuesto a destinar para la construcción de las unidades de saneamiento, lo que permite optar por cierto tipo de saneamiento que puede ser en la misma vivienda o en sus inmediaciones, de modo que no perjudique el bienestar de los demás individuos (Gordón, 2014; Moreno, 2019; Organización Panamericana de la Salud, 2009; Vargas, 2014).

#### **2.3.4.1.9 Tiempo de vida útil de la tecnología**

Es el tiempo que se proyecta las unidades de saneamiento y todas las partes que las conforman, funcionen en condiciones óptimas (Álvarez, 2011; Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).



### **2.3.4.2 Factores Sociales**

Los factores sociales abordan las costumbres, los criterios y realidades que afectan a la población en conjunto, en el lugar y espacio que se encuentren (SANBASUR, 2004; Vargas, 2014). En los factores sociales se establecen: los materiales empleados en la higiene anal y la aceptación cultural de las tecnologías (OPS Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS Asociación Servicios educativo-Rurales, 2009).

#### **2.3.4.2.1 Disposición de materiales de higiene anal**

Se refiere a los materiales empleados en la higiene anal que pueden ser agua o papel, aspecto que influirá en optar por una tecnología húmeda o seca; pues en las tecnologías secas se puede incorporar estos productos, mientras que en las tecnologías húmedas no es posible (Comisión Nacional del Agua, 2007b; Fondo para el logro de los Objetivos del Milenio (MDGF), 2010; Moreno, 2019; Organización Panamericana de la Salud, 2009; SANBASUR, 2004).

#### **2.3.4.2.2 Aceptación cultural**

Es un parámetro trascendental ya que la aprobación por parte de los usuarios permitirá o no instaurar la tecnología de saneamiento y todos los esfuerzos asociados a la misma (Moreno, 2019; Organización Panamericana de la Salud, 2009; SANBASUR, 2004).

### **2.3.4.3 Factores Ambientales**

Los factores ambientales se enfocan en el medio en el que se implantará la tecnología y consecuentemente en la población que forma parte de este, por lo que es esencial procurar no ocasionar daños en el área natural en las diferentes etapas de construcción, operación, mantenimiento y fin de vida útil, así como la reducción de eventos perjudiciales (OPS Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS Asociación Servicios educativo Rurales, 2009).

#### **2.3.4.4 Aprovechamiento de residuos fecales**

Algunas tecnologías de saneamiento tienen la posibilidad de utilizar los residuos fecales sea abono o fertilizantes como parte del desempeño de la unidad de saneamiento, previo a un tratamiento que permita eliminar los agentes patógenos; sin embargo, en otros sistemas este aprovechamiento no forma parte del funcionamiento de la unidad de saneamiento, y además depende de la aceptación por parte del usuario en realizar esta actividad (Álvarez, 2011; Caicedo, 2012; Poma & Rojas, 2018; Sarria & López, 2012).

#### **2.3.4.5 Uso de agua por la tecnología**

Los sistemas de saneamiento pueden ser secos o húmedos, estos últimos necesariamente emplean agua en su operatividad, pero en el contexto de muchas localidades rurales el

acceso a este recurso es restringido, en este sentido es importante que en las unidades de saneamiento consuman la menor cantidad de agua para evitar la contaminación de recursos del medio natural (Organización Panamericana de la Salud, 2009).

#### **2.3.4.6 Presencia de vectores**

La propia existencia del sistema de saneamiento atrae la presencia de vectores precursores de enfermedades como: mosquitos, roedores, insectos y demás organismos pese al mantenimiento y la limpieza que se le dé a la estructura, por ello es fundamental controlar su proliferación para evitar condiciones de enfermedad en la población (Antúnez, 2019; Piza De la Hoz & Pérez Vidal, 2019).

#### **2.3.4.4 Factores Económicos**

Los factores económicos involucran gastos de capital, construcción, mantenimiento, cierre y abandono, aspecto que en muchas ocasiones limita la selección de sistema de saneamiento y el nivel de servicio (OPS Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS Asociación Servicios educativo Rurales, 2009).

##### **2.3.4.4.1 Costos de construcción: material y mano de obra**

Son los costos necesarios para la construcción de la tecnología que implican costos de todos los materiales y de la mano de obra de un maestro albañil que se encuentre a cargo de la construcción (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005; Organización Panamericana de la Salud, 2005a).

##### **2.3.4.4.2 Costos de mantenimiento de la infraestructura**

Este indicador abarca el costo de los materiales utilizados en actividades de reparación de posibles afectaciones en la infraestructura, el sostenimiento de la tecnología y su operatividad de forma tal que funcione adecuadamente la unidad de saneamiento (Moreno, 2019; Organización Panamericana de la Salud, 2005b, 2009).

##### **2.3.4.4.3 Costos de evacuación de residuos fecales**

Las tecnologías de saneamiento acumulan excretas y lodos durante su utilización, por lo que para continuar haciendo uso de la tecnología es fundamental extraer estos productos por diferentes procedimientos sean camiones de succión, bombas manuales, descargas por gravedad o sistemas de extracción de lodos (Álvarez, 2011).

### **3. METODOLOGÍA**

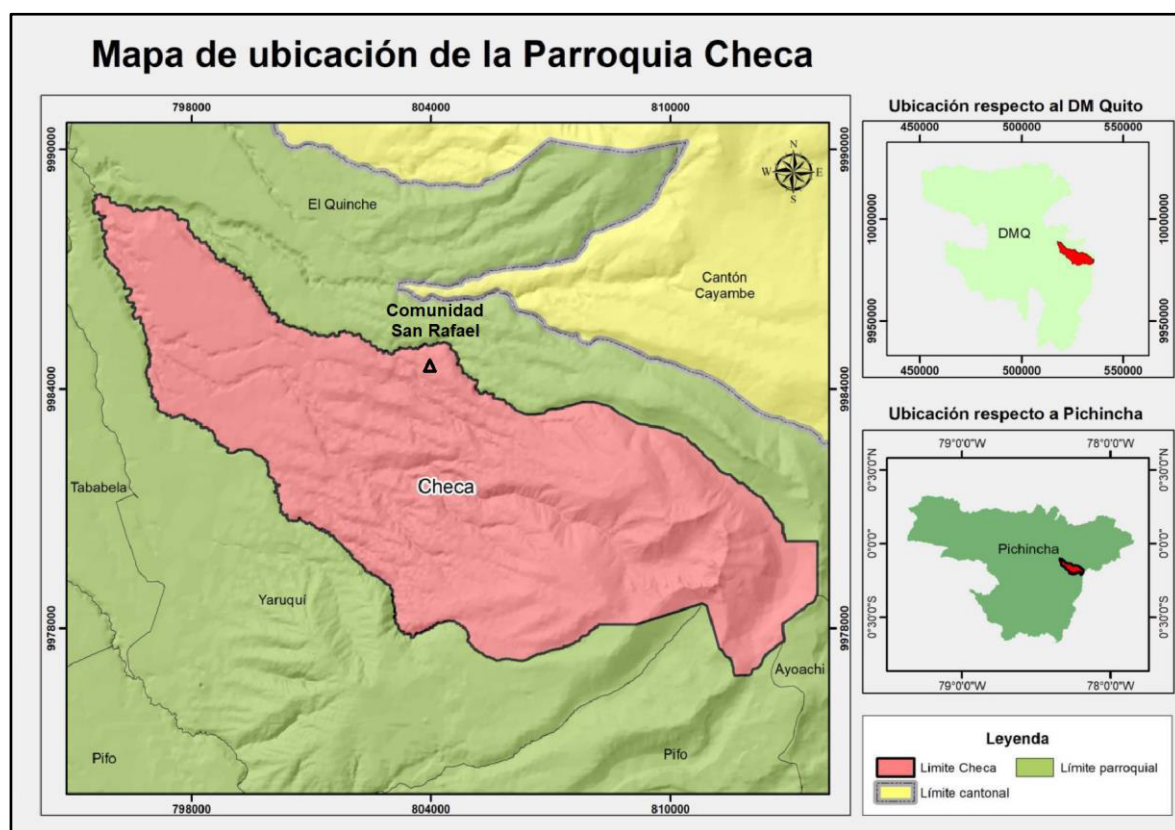
La metodología empleada comprenderá la descripción actual del área de estudio se definirán aspectos importantes referentes a la comunidad donde se describen características de la zona de estudio, las fuentes de dotación de agua, el manejo de excretas, mediante visitas

de campo o a través del procesamiento de información obtenida de encuestas. Seguidamente se especificará los criterios de diseño empleados para la elaboración de las guías de la letrina de pozo anegado y del baño de arrastre hidráulico. Consecutivamente se detallarán los precios unitarios de las unidades de saneamiento con arrastre de agua definidos para este proyecto y finalmente en se expondrán los criterios empleados en la matriz de decisión que es un instrumento de evaluación de criterios que permiten identificar la mejor tecnología para la comunidad de San Rafael.

## 3.2 Características del área de estudio

### 3.2.3 Ubicación del área de estudio

La parroquia de Checa se encuentra localizada en la provincia de Pichincha, se ubica en la zona oriental de Quito cerca al aeropuerto Tababela; limita al norte con la parroquia El Quinche, al sur con la parroquia Yaruquí, al este con la parroquia de Pifo y la provincia de Napo y al oeste con las parroquias de Guayllabamba y Yaruquí como se aprecia en la Figura 7. Dentro de esta parroquia se encuentra la comunidad rural de San Rafael constituida por 50 familias (GAD Checa, 2012).



**Figura 7.** Ubicación de la parroquia de Checa Comunidad San Rafael,

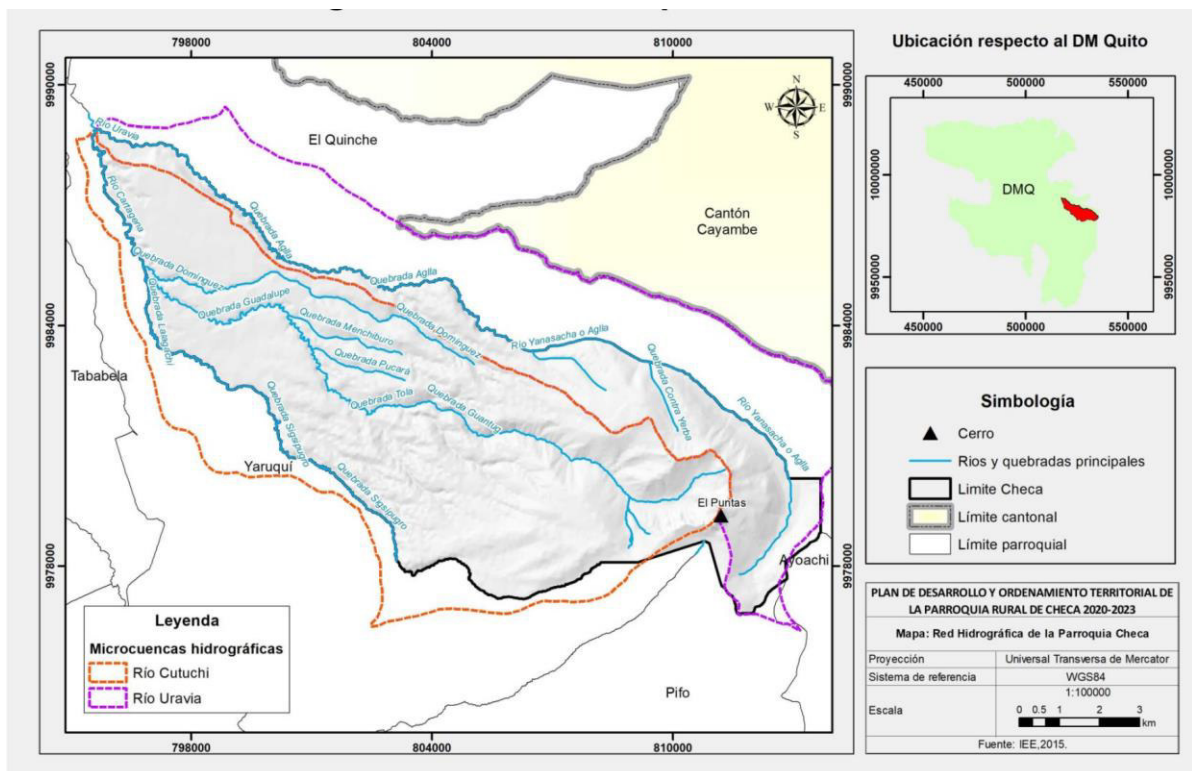
**Fuente:** GAD Parroquia Rural de Checa, 2020

### 3.2.4 Disposición de excretas

La eliminación de excretas en la parroquia de Checa se distribuye de la siguiente manera: 4.39% descarga directamente a cuerpos de agua, el 4.91% no tiene ningún sistema de eliminación, 10.04% tiene pozo ciego, 27.37% descarga a pozo séptico y el 53.29% tiene conexión a red pública (GAD Parroquia Rural de Checa, 2020). Se aprecia que alrededor de la mitad de la población no dispone de sistemas de saneamiento convencional, sin embargo, el 46.71% correspondiente al área rural ha optado por sistemas no convencionales, que en su mayor parte se han implementado de manera rudimentaria e inclusive disponen directamente al medio ambiente siendo un foco de contaminación.

### 3.2.5 Fuentes de abastecimiento de agua

La comunidad de San Rafael tiene como principal fuente de abastecimiento reservorios de agua provenientes del cerro El Puntas como se evidencia en la Figura 8. Los afluentes que se abastecen de este cerro presentan contaminación que proviene principalmente de aguas servidas y desechos sólidos (GAD Parroquia Rural de Checa, 2020).



**Figura 8.** Principal fuente de abastecimiento de agua de Checa Comunidad San Rafael,

**Fuente:** GAD Parroquia Rural de Checa, 2020

### **3.3 Situación actual del área de estudio**

La comunidad de San Rafael está conformada por 50 familias cuya principal actividad económica es la agricultura enfocándose en cultivos como: frutillas, tomates, moras y rosas entre los principales productos de los cuales algunos son aprovechados como mermeladas; y a la ganadería que involucra: vacas, cerdos y gallinas (Totoy, n.d.).

Muchos de las familias no viven a tiempo completo en la comunidad considerada como flotante, debido a que no todas las familias cuentan con servicios básicos como: luz, sistema de manejo de excretas y agua potable, su estadía es a tiempo parcial por actividades de agricultura y ganadería.

Las pocas familias que habitan en la comunidad se abastecen principalmente de una vertiente de agua ubicado a 3 km de la comunidad, del mismo que mediante tubería el agua es conducida hacia un reservorio principal para ser distribuido hacia cada hogar.

En la comunidad San Rafael muchos de sus habitantes han optado por construir sistemas de pozos ciegos como un mecanismo para dar solución a sus necesidades de saneamiento, sin embargo, estas obras se han realizado de forma empírica dejando de lado consideraciones técnicas (Anexo I) y por ende haciéndolos insostenibles en el tiempo; por otro lado, una situación aún más alarmante es que muchas familias no cuentan con ningún sistema de eliminación de excretas, realizando defecación al aire libre y poniendo en riesgo su salud generando focos de contaminación. En base a los resultados obtenidos del proyecto *“Estudios preliminares para el planteamiento de alternativas para el manejo de excretas en la comunidad de San Rafael, parroquia Checa de David Cajas”* se ha determinado que el 76% de las familias de la comunidad cuentan con pozos ciegos, mientras el 24% no tiene ningún sistema de manejo de excretas por lo que realizan defecación al aire libre.

Los sistemas de saneamiento inadecuados generan problemas de salud severos en la comunidad que el GAD debe afrontar, además los problemas de contaminación de recursos preciados como el agua. La situación amerita un estudio vertiginoso, que permitan minimizar los impactos negativos en la población y en el medio ambiente.

### **3.4 Guía de Diseño de la tecnología propuesta para la eliminación de excretas: letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico**

Con el objetivo de mejorar los sistemas de saneamiento y la calidad de vida de los habitantes de la comunidad de San Rafael se ha elaborado una guía de diseño para las tecnologías con arrastre de agua: letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico, dentro de las cuáles se establecen los siguientes parámetros:

- ❖ Funcionamiento
- ❖ Partes
- ❖ Materiales de construcción
- ❖ Diseño de estructuras
- ❖ Mantenimiento
- ❖ Evacuación de excretas

Para representar el diseño de las tecnologías de saneamiento se empleó el programa “Fusión 360”, pues su software es bastante accesible con el usuario, los criterios técnicos de diseño se tomaron en base a la “Guía de diseño de letrina con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado de la Organización Panamericana de la Salud”. El detalle de las especificaciones técnicas se encuentra desarrolladas en el Anexo II para la letrina de pozo anegado y en el Anexo III para el baño de arrastre hidráulico. El diseño de las tecnologías se lo realizó en obra gris y considerando un tratamiento para los efluentes que emergen de cada una de las tecnologías de arrastre hidráulico.

Para la visualización de la guía se empleó la aplicación “Canva” que permite esquematizar la información del diseño de cada una de las tecnologías para un mejor entendimiento del usuario (Anexo IV y Anexo V).

### **3.4.3 Diseño de la letrina de pozo anegado**

Las consideraciones y especificaciones de las estructuras para el diseño de esta tecnología se han elaborado en función de la “Guía de diseño de letrina con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado” (Anexo II) (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005). A continuación, se describe las dimensiones que debe tener el pozo o tanque séptico que receptorá los residuos fecales, con el propósito de determinar el volumen de lodos, volumen de líquido sobre el lodo, que se alcanzará para 3 años tiempo en el que se debe realizar la limpieza y evacuación de los residuos fecales para una vida útil de 15 años.

#### **3.4.3.4 Pozo o tanque séptico**

En este depósito se acumularán los desechos fisiológicos humanos, el dimensionamiento de esta estructura se realizará de la siguiente forma:

- Volumen de lodos y natas en el tanque: los parámetros de diseño y consideraciones se definen a continuación.

Donde:

$Vl$  = Volumen de lodos y natas en el tanque (litros).

$N$  = Número de personas a servir por el tanque, (5 personas).

$f$  = Número de años entre vaciado (2 – 5 años), (3 años).

$F$  = Factor relación entre la digestión del lodo con la temperatura del intervalo de extracción (Tabla 2), (Para 10°C y 3 años limpieza se ha determinado el valor de  $F=1.0$ ).

$S$  = Índice de acumulación de lodos y natas, puede ser tomado 25 litros por persona por año para tanques que reciben descargas solo del inodoro y 40 litros por persona por año para tanques que reciben descargas del inodoro y lavadero, (25 litros por persona por año).

Se aplica la **Ecuación 1**. Volumen de lodos y natas en el tanque

$$Vl = 5 \text{ personas} \times 3 \text{ años} \times 1.0 \times 25 \frac{\text{litros}}{\text{persona} * \text{año}}$$

$$Vl = 375 \text{ litros}$$

**Elaborado por:** Quilumba,2022

- Volumen diario de retención de líquido: las consideraciones de diseño se definen a continuación.

Donde:

$Vs$  = Volumen requerido para la retención del líquido de 24 horas.

$N$  = Número de personas a servir por el tanque, (5 personas).

$ve$  = Flujo de agua residual por persona (l/persona\*día), (adopta el valor promedio de 1.5 l).

Se aplica la **Ecuación 2**. Volumen de retención.

$$Vs = 5 \text{ personas} \times 1.5 \frac{\text{litros}}{\text{persona} * \text{día}}$$

$$Vs = 7.5 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

**Elaborado por:** Quilumba,2022

- Volumen total del tanque: se determina la capacidad total que tendrá el tanque.

Se aplica la **Ecuación 3**. Volumen total del tanque séptico.

$$Vt = 7.5 + 375 \text{ litros}$$

$$Vt = 382.5 \text{ litros}$$

**Elaborado por:** Quilumba,2022

El mínimo volumen de agua es de  $1 \text{ m}^3$ , con una profundidad mínima de 1 m.

- Forma y dimensión del tanque:

La forma del tanque es cuadrada con las siguientes características: el ancho será de 0.75 m (W) y la longitud de 1.5 m (2W), cumpliendo con la recomendación de que la longitud sea de 2 a 3 veces el ancho. Por razones de limpieza se dejará un espacio libre entre el nivel del agua y la superficie inferior de la losa cubierta de 0.5 m. Este tanque contará con un tubo de descarga de 4 pulgadas de diámetro y 3 m de longitud, que está inmerso a nivel del agua a 0.075 m que se conecta hacia el pozo de percolación (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

#### **3.4.4 Diseño del baño de arrastre hidráulico**

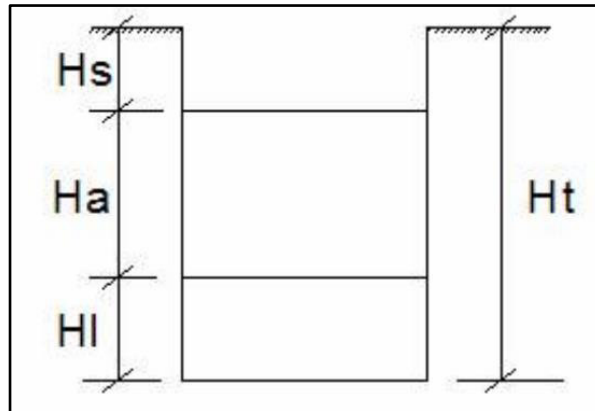
Las consideraciones y especificaciones de las estructuras para el diseño de este sistema de saneamiento se han realizado en función de la “Guía de diseño de letrina con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado” (Anexo III) (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005). A continuación, se describe el diseño del pozo de acumulación para determinar la altura que tendrá el lodo, la capa de líquido sobre el lodo que permiten identificar el tiempo en el que se realizará la evacuación de los residuos fecales que se ha determinado para 10 años de vida útil por cada pozo de acumulación.

##### **3.4.4.4 Pozo de acumulación**

Los pozos de acumulación son los depósitos donde se conduce el material fecal arrastrado por el inodoro. El hoyo se diseñará de forma cuadrada para una tasa de producción de lodos de  $0.06 \text{ m}^3/\text{habitante} \cdot \text{año}$ .

- a) La altura total del pozo está formada por las siguientes alturas:





**Figura 9.** Altura total del hoyo,

**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005)

$$Ht = Hl + Ha + Hs$$

**Ecuación 4.** Altura total del pozo.

Donde:

$Ht$ = Altura total del pozo

$Hl$ = Altura de la capa de lodo

$Ha$ = Altura de la capa de líquido sobre el nivel del lodo

$Hs$ = Altura adicional de seguridad

b) Altura de la capa del lodo

$$Hl = \frac{N \times Tl \times t}{A}$$

**Ecuación 5.** Altura de la capa de lodo.

$N$ = Número de usuarios, (5 personas)

$Tl$ = Tasa de producción de lodo ( $m^3$ /habitante\*año), (0.06  $m^3$ /persona\*año)

$t$ = Tiempo de utilización de la letrina (años), (10 años)

$A$ = Área de la sección transversal del hoyo ( $m^2$ ) (diámetro de 0.8 m a 1.5 m), (1 $m^2$ )

$$Hl = \frac{5 \text{ personas} \times 0.06 \frac{m^3}{\text{persona} * \text{año}} \times 10 \text{ años}}{1m^2}$$

$$Hl = 3 m$$

**Elaborado por:** Quilumba,2022

c) La altura de líquido en función de la forma del hoyo

En este apartado se determinará la altura del líquido del hoyo que se encontrará sobre el lodo, la forma del hoyo se ha definido de tipo rectangular, con 1 m por cada lado de perímetro.

$$Ha = \frac{N \times Ta}{P \times Ti}$$

**Ecuación 6.** Altura del líquido función de la forma del hoyo.

Donde:

$Ha$ = Altura de la capa de líquido sobre el nivel del lodo

$N$ = Número de usuarios, (5 personas)

$P$ = Perímetro de la sección transversal del hoyo si el hoyo es revestido considerar el perímetro exterior del revestimiento (m), (4 m)

$Ti$ = Tasa de infiltración del suelo ( $l/m^2 \cdot día$ ) (Tabla 4), ( $20 l/m^2 \cdot día$ )

$Ta$ = Tasa de aporte de líquido ( $l/persona \cdot día$ ), se medirá mediante la siguiente expresión:

$$Ta = n \times v + ve$$

**Ecuación 7.** Tasa de aporte de líquido

Donde:

$n$ = Número de veces que cada usuario ocupa la letrina durante el día, (3 veces)

$v$ = Volumen de agua que se arroja al aparato sanitario luego de cada uso (l), (sugerencia se adopta 3 l)

$ve$ = Volumen de orina y excreta aportado diariamente por cada usuario, (se adopta valor promedio de 1.5 l)

$$Ta = \left( 3 \frac{\text{veces}}{\text{persona}} * 3 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) + 1.5 \text{ litros}$$

$$Ta = 10.5 \frac{\text{litros}}{\text{persona} * \text{día}}$$

La altura de la capa de líquido sobre el nivel de lodo es la siguiente:

$$Ha = \frac{5 \text{ personas} * 10.5 \frac{\text{litros}}{\text{persona} * \text{día}}}{4 \text{ m} * 20 \frac{\text{litros}}{\text{m}^2 * \text{día}}}$$

$$Ha = 0.66 \text{ m}$$

**Elaborado por:** Quilumba,2022

d) Altura de seguridad

Para el cálculo de la altura total se considera una altura adicional (Hs) que debe ser mayor a 0.3 m, para este caso se ha considerado de 0.64 m.

e) Altura total

La altura total del pozo será la siguiente:

$H_t$ = Altura total del pozo

$H_l$ = Altura de la capa de lodo

$H_a$ = Altura de la capa de líquido sobre el nivel del lodo

$H_s$ = Altura adicional de seguridad

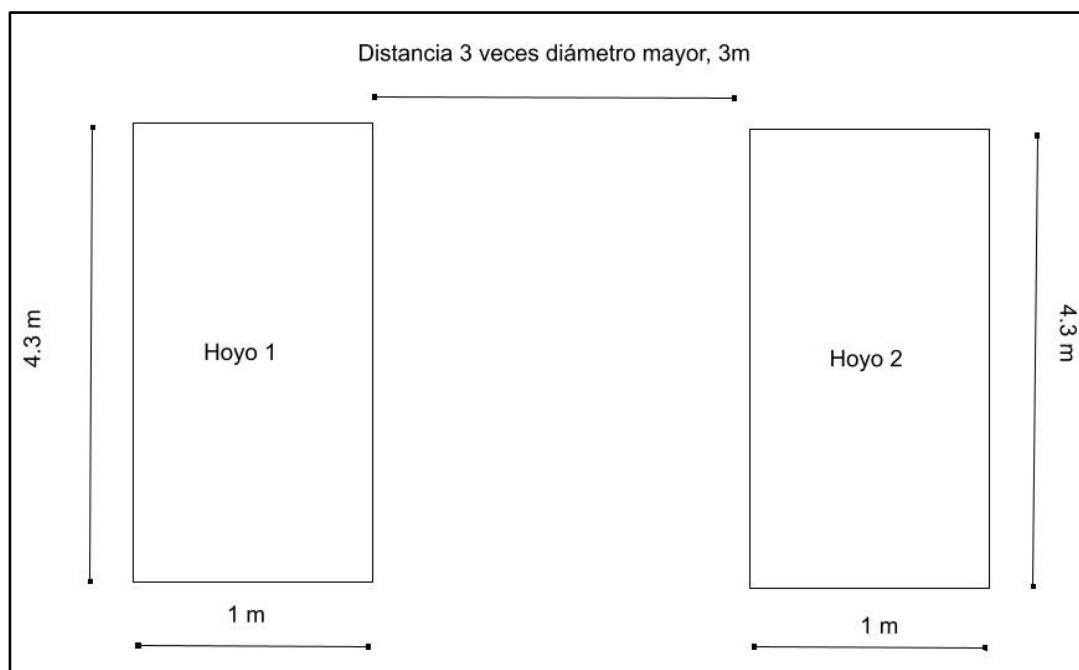
$$H_t = H_l + H_a + H_s$$

$$H_t = 3\text{m} + 0.66\text{m} + 0.64$$

$$H_t = 4.3 \text{ m}$$

**Elaborado por:** Quilumba,2022

La distancia de separación entre pozos es de 3 veces el diámetro mayor como se observa en la Figura 10.



**Figura 10.** Dimensiones de los hoyos de acumulación,

**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005)

### **3.5 Precios unitarios de construcción para las unidades de saneamiento: Letrina de Pozo Anegado y Baño de arrastre hidráulico**

#### **3.5.3 Costos de construcción: materiales y mano de obra**

##### **3.5.3.4 Costo de materiales para la letrina de pozo anegado**

Los costos de construcción se han definido en función de los materiales empleados en la guía de diseño para la tecnología de letrina de pozo anegado. Para determinar los costos se ha elaborado una lista de todos los insumos necesarios para la construcción de la letrina de pozo anegado, posteriormente se realizó una cotización en un centro ferretero del país "Kiwi", además en un centro distribuidor de materiales pétreos "Disensa", también se acudió a "Provemadera" sitio distribuidor de tableros y aglomerados y finalmente se visitó una carpintería; estos lugares se localizan en el norte de Quito de los que se obtuvieron las respectivas cotizaciones, las mismas que se encuentran en el Anexo VI.

El costo de los materiales de la letrina de pozo anegado se recopiló de todos los centros distribuidores y se detalla en la siguiente Tabla 6:

**Tabla 6.** Cotización de materiales de la letrina de pozo anegado.

<b>Centro ferretero "Kiwi"</b>				
<i>Ítem</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Precio Unitario</i> ( <i>\$</i> )	<i>Total</i> ( <i>\$</i> )
1	15	Cemento "Selva Alegre" 50 kg	7.39	110.85
2	1	Alambre galvanizado pre-empaque	3.34	3.34
3	1	Kit de instalación WC	13.02	13.02
4	1	Tubo PVC desagüe 75mm x 3m	10.08	10.08
5	2	Tubo PVC desagüe 110mm x 3m	12.49	24.98
6	3	Codo PVC desagüe 75mm x 90°	2.65	7.96
7	2	Pega tubos Kali pega 250 cm <sup>3</sup>	4.49	8.98
8	1	Techo zinc 1 x 6m x 0.3mm	46.81	46.81
9	20	Plástico polietileno negro 1m	1.05	21
10	4	Clavo acero estriado 2" (20 unidades)	1.66	6.64
11	4	Clavo acero estriado 2 ½ " (20 unidades)	3.69	14.76
<b>"Provemadera S.A."</b>				
12	6	Tablero económico de 15 (1.22m x 2.44 m)	35.71	214.26
<b>"Disnea"</b>				
13	2	Malla "Armex" 6.25m x 2.40m	87.5	175
14	0.5	Viaje de ripio 8m	115.55	57.78
15	0.5	Viaje de arena	112.78	56.39
16	200	Bloques de 15	0.38	76
17	200	Ladrillos	0.28	56
<b>Carpintería</b>				
18	1	Puerta de madera de 0.8m x 1.80m	120	120
	<b>Subtotal</b>			1023.85
	<b>IVA (12%)</b>			155.46
	<b>TOTAL</b>			<b>1179.31</b>

**Elaborado por: Quilumba,2022**

### 3.5.3.5 Costo de mano de obra para la letrina de pozo anegado

El costo de mano de obra se realizó mediante la cotización del trabajo semanal a un maestro albañil del diseño la tecnología letrina de pozo anegado en obra gris, valores que se detallan en la siguiente Tabla 7.

**Tabla 7.** Cotización de la mano de obra para la letrina de pozo anegado.

<b>Mano de obra para la letrina de pozo anegado</b>		
<b>Maestros</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Tiempo empleado (semanas)</b>
Líder	200	2
Ayudante	160	2
<b>TOTAL</b>	<b>720</b>	

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### 3.5.4 Costo de mantenimiento para letrina de pozo anegado

Los costos de mantenimiento involucran varias actividades dependiendo de las averías que presente la tecnología, se ha definido que sean actividades anuales como se describe en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Cotización del mantenimiento para la letrina de pozo anegado.

<b>Mantenimiento de la letrina de pozo anegado</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Costo (\$)</b>
Limpieza de la caseta: escoba, trapeador, desinfectante	9
Limpieza del orificio de la letrina de pozo anegado: escobilla y agua	3
Limpieza del sistema de ventilación	3
Cambio de tubería: servicios de plomería	20

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### 3.5.5 Costo de evacuación de residuos fecales para letrina de pozo anegado

El costo de evacuación de excretas es el que realiza un gestor ambiental especializado que se ha cotizado y se detalla en la siguiente Tabla 9.

**Tabla 9.** Cotización de la evacuación de excretas para la letrina de pozo anegado.

<b>Evacuación de excretas para la letrina de pozo anegado</b>
---

Servicio	Costo (\$)	Volumen de evacuación (m <sup>3</sup> )
“Servitem Gestores Ambientales”	200	8
Tanquero independiente	3500 (70 por familia)	200
Solución de microorganismos	90	4

Elaborado por: Quilumba,2022

Es necesario mencionar que el costo de evacuación corresponde al viaje que realiza el gestor independientemente, para la extracción de lodos de las 50 familias de la comunidad.

Para el costo de evacuación de excretas se ha considerado la introducción de microorganismos, agentes degradadores de materia orgánica que se comercializan en el mercado nacional.

### 3.5.6 Costo de construcción: materiales y mano de obra

#### 3.5.6.4 Costo de materiales para el baño de arrastre hidráulico

El costo de los materiales del baño de arrastre hidráulico se recopiló de todos los centros distribuidores y se detalla en la siguiente Tabla 10 (Anexo VII).

**Tabla 10.** Cotización de materiales del baño de arrastre hidráulico.

Centro ferretero “Kiwi”				
Ítem	Cantidad	Descripción	Precio Unitario (\$)	Total (\$)
1	15	Cemento “Selva Alegre” 50 kg	7.39	110.85
2	1	Alambre galvanizado pre-empaque	3.34	3.34
3	1	Tubo PVC desagüe 75mm x 3m	10.08	10.08
4	2	Tubo PVC desagüe 110mm x 3m	12.49	24.98
5	3	Codo PVC desagüe 75mm x 90°	2.65	7.96
6	5	Codo PVC desagüe 110mm x 90°	3.90	19.50
7	2	Pega tubos Kali pega 250 cm <sup>3</sup>	4.49	8.98
8	1	Techo zinc 1 x 6m x 0.3mm	46.81	46.81
9	20	Plástico polietileno negro 1m	1.05	21
10	4	Clavo acero estriado 2" (20 unidades)	1.66	6.64
11	4	Clavo acero estriado 2 ½ " (20 unidades)	3.69	14.76
“Provemadera S.A.”				
12	6	Tablero económico de 15 (1.22m x 2.44 m)	35.71	214.26
“Disensa”				
13	2	Malla “Armex” 6.25m x 2.40m	87.5	175
14	0.5	Viaje de ripio 8m	115.55	57.78
15	0.5	Viaje de arena	112.78	56.39

16	200	Bloque de 15	0.38	76
17	200	Ladrillos	0.28	56
<b>Carpintería</b>				
18	1	Puerta de madera de 0.8m x 1.80m	120	120
<b>Subtotal</b>				1030.33
<b>IVA (12%)</b>				194.29
<b>TOTAL</b>				<b>1224.62</b>

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### 3.5.6.5 Costo de mano de obra para el baño de arrastre hidráulico

El costo de mano de obra se realizó a través de la cotización del trabajo por semana a un maestro albañil del diseño de la tecnología de baño de arrastre hidráulico para la obra gris, valores que se detallan en la siguiente Tabla 11.

**Tabla 11.** Cotización de la mano de obra para el baño de arrastre hidráulico.

<b>Mano de obra para el baño de arrastre hidráulico</b>		
<b>Maestros</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Tiempo empleado (semanas)</b>
Líder	200	3
Ayudante	160	3
<b>TOTAL</b>	<b>1080</b>	

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### 3.5.7 Costo de mantenimiento para el baño de arrastre hidráulico

El mantenimiento de este sistema de saneamiento involucra varias actividades que dependerán del buen o mal uso que el usuario le otorgue, los mismos que se detallan en la siguiente Tabla 12.

**Tabla 12.** Cotización del mantenimiento para el baño de arrastre hidráulico.

<b>Mantenimiento del baño de arrastre hidráulico</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Costo (\$)</b>
Limpieza de la caseta: escoba, trapeador, desinfectante	15
Limpieza del inodoro: escobilla y agua	3
Limpieza del sistema de ventilación	3
Cambio de tubería: servicios de plomería	25

**Elaborado por:** Quilumba,2022



### 3.5.8 Costo de evacuación de residuos fecales para el baño de arrastre hidráulico

El costo de la evacuación de excretas se ha considerado a través de un gestor ambiental con vacumm que, es un camión con capacidad de succionar los lodos, y la accesibilidad al área de estudio, valores que se detalla en la siguiente Tabla 13.

**Tabla 13.** Cotización de la evacuación de excretas para el baño de arrastre hidráulico.

<b>Evacuación de excretas para baño de arrastre hidráulico</b>		
<b>Servicio</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Volumen de evacuación (m<sup>3</sup>)</b>
“Servitem Gestores Ambientales”	200	8
Tanquero independiente	3500 (70 por familia)	200
Solución de microorganismos	90	4

**Elaborado por:** Quilumba,2022

Los costos mencionados corresponden al viaje realizado por el camión independientemente para la extracción de lodos de las 50 familias de la comunidad.

Además, se ha considerado soluciones de microorganismos benéficos que degradan la materia orgánica, productos que se comercializan en el mercado nacional.

### 3.6 Muestreo

La información pertinente a la comunidad de “San Rafael” que se incluirá en varios criterios definidos en la matriz de decisión será obtenida mediante encuestas. Para determinar el número de encuestas que se va a realizar a la comunidad se utilizará el método estadístico para una población finita, a través de la ecuación que se presenta a continuación:

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

**Ecuación 8.** Tamaño de la muestra.

**Fuente:** (Aguilar, 2005; Almeida, 2021; Bravo, 2022)

Donde:

$n$  = *Tamaño de la muestra, (número de encuestas)*

$N$  = *Tamaño de la población, (50 habitantes)*

$z$  = Dado en función del nivel de confianza, (1.64 para el 90% de confianza)

$p$  = Probabilidad de ocurrencia del suceso a estudiar, (90%)

$q$  = Probabilidad de fracaso del suceso a estudiar, (1 -  $p$ )

$e$  = Error de estimación máximo aceptado, (10%)

$$n = \frac{50 * (1.64)^2 * (0.90) * (1 - 0.90)}{(0.1)^2 (50 - 1) + (1.64)^2 * (0.90) * (1 - 0.90)}$$

$$n = 16.53 \approx 17$$

**Ecuación 8.** Cálculo del número de encuestas.

**Elaborado por:** Quilumba,2022

Para el cálculo del número de encuestas a aplicar a las 50 familias se ha considerado el nivel de confianza de 90% con el valor de Z calculado que corresponde a 1.645 y a un porcentaje de error de 10 determinado en tablas (Aguilar, 2005). Los valores de p que concierne a la probabilidad de ocurrencia (0.9) y q la probabilidad de no ocurrencia del fenómeno en estudio (0.1), se han considerado en base a estudios realizados anteriormente en esta comunidad (Bravo, 2022).

El número de encuestas a realizar es hacia 17 familias en la comunidad “San Rafael”, las encuestas aplicadas, así como su evidencia fotográfica se encuentran en el Anexo VIII.

### **3.7 Criterios para la selección de las tecnologías de saneamiento más idóneas para la comunidad “San Rafael”**

Los criterios utilizados para la valoración serán de tipo: técnicos, sociales, ambientales y económicos, que serán obtenidos a través de información bibliográfica, procesamiento de encuestas realizadas a la comunidad “San Rafael”, visitas de campo y en función del criterio y experiencia de profesionales en el área de la construcción.

#### **3.7.3 Factores técnicos**

##### **3.7.3.4 Distancia entre la fuente de abastecimiento de agua y el sistema de saneamiento**

En función de información bibliográfica se determina en la Tabla 14 la distancia a la que se debe ubicar la tecnología con relación a la fuente de dotación de agua para consumo humano (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

**Tabla 14.** Distancia entre la fuente de abastecimiento de agua más cercana y las tecnologías de saneamiento

Tecnología	Distancia (m)
Letrina de Pozo Anegado	≥ 15
Baño de arrastre hidráulico	≥ 30

**Elaborado por:** Quilumba,2022

**Fuente:** Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005

En la comunidad se determinó, mediante una visita de campo, que la distancia entre la fuente más colindante de dotación de agua para la población y la casa más próxima a la misma es de 150 metros de longitud, por lo que la distancia supera el límite mínimo permitido para la letrina de pozo anegado  $\geq 15$  y el baño de arrastre hidráulico  $\geq 30$ . El procedimiento puede verificarse en el Anexo IX, donde se encuentran fotografías de la distancia levantada en campo. En la Tabla 15 se encuentra la ponderación otorgada para este parámetro.

**Tabla 15.** Ponderación designada para la distancia entre la fuente de abastecimiento más cercana y las tecnologías de saneamiento

Criterio	Calificación
Deficiente distancia (menor a la sugerida)	1
Adecuada distancia (la sugerida)	3
Muy buena distancia (mayor a la sugerida)	5

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### 3.7.3.5 Permeabilidad del suelo

La permeabilidad de las unidades de saneamiento se determinó bibliográficamente, a continuación, la Tabla 16 describe el tipo de suelo propicio para implementar las tecnologías junto con el coeficiente de permeabilidad ( $k$ ).

**Tabla 16.** Coeficiente de Permeabilidad determinado para las tecnologías de arrastre de agua

Tecnología de arrastre de agua	Tipo de suelo	Coeficiente de permeabilidad $k$ (cm/s)
Letrina de pozo anegado	*Arena, limos	$1 \times 10^{-3}$ a $1 \times 10^{-5}$
Baño de arrastre hidráulico	arenosos, limos	

**Elaborado por:** Quilumba,2022

**Fuente:** (Fierro et al., 2017; Gómez, 2014; Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005; Organización Panamericana de la Salud, 2005a)

\*Tanto la tecnología letrina de pozo anegado como el baño de arrastre hidráulico requieren de suelos permeables que favorezcan la infiltración y su excavación.

La determinación del coeficiente de permeabilidad para la comunidad de San Rafael en Checa se llevó a cabo mediante un ensayo de “permeabilidad con carga constante” que establece el coeficiente de permeabilidad “*k*” en 3 ensayos del suelo con diferente carga, de los cuáles se obtuvo un valor *k* corregido, que se observa en la Tabla 17, con el objetivo de estimar el coeficiente de permeabilidad general para el tipo de suelo de la comunidad. Este parámetro forma parte del trabajo de integración curricular “*Estudios preliminares para el planteamiento de alternativas para el manejo de excretas en la comunidad de San Rafael, parroquia Checa*” en el componente realizado por David Cajas.

**Tabla 17.** Permeabilidad referencial de los suelos idóneos para la construcción de las tecnologías

Número de Prueba	Coeficiente de permeabilidad <i>k</i> por muestra (cm/s)	Rango del coeficiente de permeabilidad <i>k</i> corregido (cm/s)
1	$1.1922 \times 10^{-5}$	10 <sup>-5</sup> – 10 <sup>-6</sup>
2	$2.6975 \times 10^{-6}$	
3	$1.7338 \times 10^{-6}$	

**Elaborado por:** Quilumba,2022

**Fuente:** “Ensayo de permeabilidad con carga constante realizado por David Cajas”

La ponderación de este criterio se encuentra en la Tabla 18 que permitirá comparar si el suelo de la comunidad San Rafael presenta un coeficiente de permeabilidad “*k*” entre los rangos referenciales establecidos anteriormente en la Tabla 16.

**Tabla 18.** Ponderación designada para la permeabilidad del suelo

Criterio	Calificación
Coeficiente de permeabilidad <i>k</i> corregido fuera del rango	1
Coeficiente de permeabilidad <i>k</i> corregido dentro del rango	5

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### 3.7.3.6 Agua que necesita la tecnología para su funcionamiento

Con la encuesta se determinó la cantidad de agua que los usuarios tienen para usarlo en el sistema de saneamiento, parámetro trascendental para el funcionamiento de las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico pues estos sistemas requieren determinadas cantidades de agua que se especifican en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Agua que necesita la tecnología para su funcionamiento

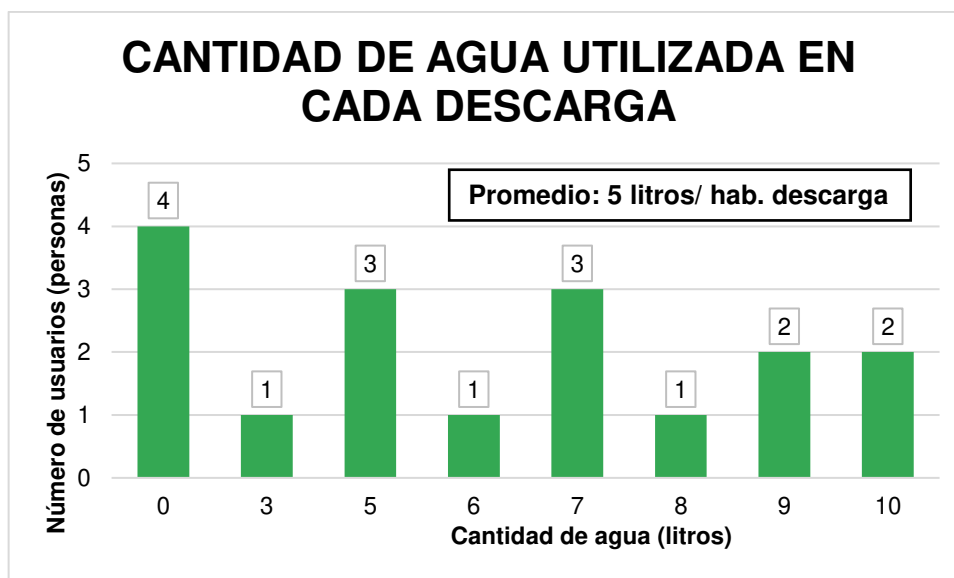
<b>Tecnología</b>	<b>Cantidad de agua necesaria para el funcionamiento de la tecnología (litros)</b>
Letrina de Pozo Anegado	1003*
Baño de arrastre hidráulico	5**

**Elaborado por:** Quilumba,2022

\* Es necesario mencionar que para la tecnología letrina de pozo anegado, se requiere previamente llenar con 1 m<sup>3</sup> de agua en el pozo donde se deposita directamente el material fecal, el mantenimiento del nivel de líquido se logra con el aporte de agua para arrastre de residuos fecales, cantidad de agua estimada de 3 litros y se evacua esta misma cantidad correspondiente al agua residual, obteniéndose un volumen total de 1003 litros para el funcionamiento (CARE; & AVINA, 2012).

\*\*El valor de 5 litros para el baño de arrastre hidráulico se determinó de manera independiente del agua que debe contener el tanque del inodoro, sino más bien el volumen que sería aportado de forma externa en la taza del inodoro mediante baldes o cubetos.

En la Figura 11 se sistematizó la información obtenida a partir de las encuestas realizadas a los habitantes de la comunidad San Rafael. El valor promedio de consumo de agua por descarga corresponde a 5 litros/ habitante\*descarga, este valor se empleó como criterio de calificación, comparándolo con la cantidad de agua mínima necesaria por cada tecnología para su funcionamiento, que se encuentra detallado en la Tabla 20.



**Figura 11.** Cantidad de agua utilizada por descarga de las 17 familias encuestadas en la comunidad San Rafael, Checa

**Tabla 20.** Ponderación designada para el abastecimiento de agua

Criterio	Calificación
Demanda mayor cantidad de agua con relación a la que la comunidad utiliza (> 5 litros)	1
Demanda la cantidad de agua que la comunidad utiliza ( $\leq$ 5 litros)	5

Elaborado por: Quilumba, 2022

### 3.7.3.7 Frecuencia de Mantenimiento

El mantenimiento de la estructura del baño de arrastre hidráulico y de la letrina de pozo anegado es necesario verificar la presencia de grietas en la conformación de la caseta, paredes, losa, bisagras, ducto de ventilación; desgaste de la tapa de los pozos para realizar reparaciones o reemplazos de secciones actividades que se encuentran descritas en la Tabla 21 (Organización Panamericana de la Salud, 2005b). La Tabla 22 indica el tiempo promedio empleado en realizar el mantenimiento de la tecnología.

**Tabla 21.** Tiempo empleado en las actividades de mantenimiento de las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

Tecnología	Actividad	Tiempo empleado en realizar a actividad (días/año)
	Mantenimiento de la caseta	$\pm 1$

<b>Letrina de Pozo Anegado</b>	Vaciado del exceso de nivel de agua	±2
	Limpieza del sistema de ventilación	1
<b>Baño de arrastre hidráulico</b>	Mantenimiento de la caseta e inodoro	±2
	Cambio de la tubería de la tubería	±2

**Elaborado por:** Quilumba,2022

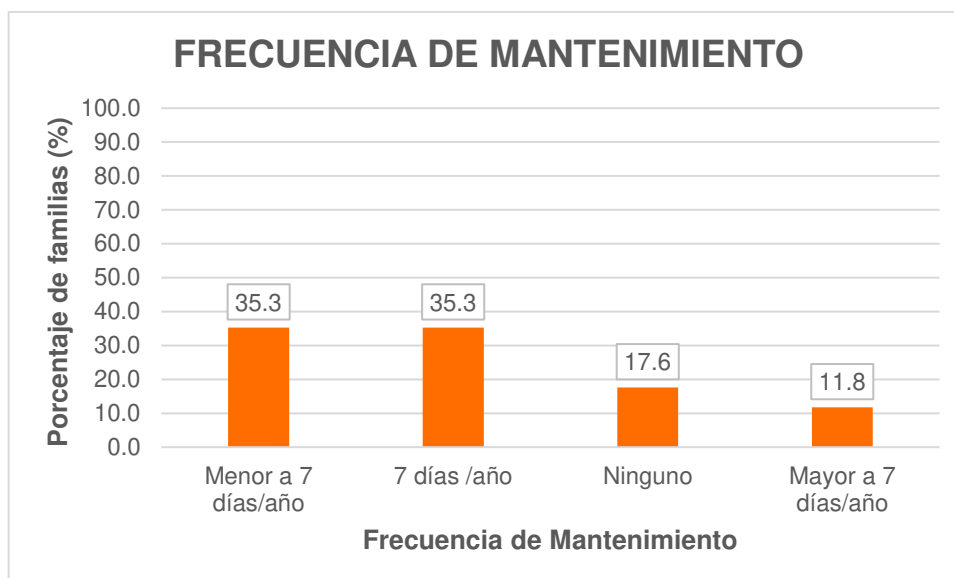
**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud, 2005b)

**Tabla 22.** Tiempo promedio empleado en la frecuencia de mantenimiento de las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

<b>Tecnología</b>	<b>Tiempo empleado en el mantenimiento (días/año)</b>
<b>Letrina de Pozo Anegado</b>	4
<b>Baño de arrastre hidráulico</b>	4

**Elaborado por:** Quilumba,2022

Para determinar los criterios de ponderación para las tecnologías de saneamiento se realizó una encuesta a la comunidad dentro de la que se incluyó una pregunta referente a este indicador, que fue “*el tiempo que el usuario destinaria para realizar labores de mantenimiento de la tecnología*”. La información obtenida fue procesada y se encuentra especificada en la Figura 12, de la que se aprecia que el 35.3 % de familias encuestadas están dispuestas a dedicar por lo menos 7 días/año de su tiempo, para actividades de mantenimiento de las unidades de saneamiento. Este indicador se empleó como referencia para la evaluación de las tecnologías que se encuentra descrito en la Tabla 23.



**Figura 12.** Tiempo que cada una de las 17 familias encuestadas de la comunidad San Rafael, Checa están dispuestas a destinar para el mantenimiento de las tecnologías

**Tabla 23.** Ponderación de la frecuencia de mantenimiento

Criterio	Calificación
Alta frecuencia de mantenimiento (> 7 días/año)	1
Baja frecuencia de mantenimiento ( $\leq$ 7 días/año)	5

**Elaborado por:** Quilumba,2022

La frecuencia de vaciado de la letrina de pozo anegado es de 5 veces en 15 años, mientras para el baño de arrastre hidráulico es de 2 veces en 20 años, sin embargo este criterio no se evaluará en este apartado pues se encuentra vinculado con los costos de evacuación de residuos fecales.

### **3.7.3.8 Facilidad de Mantenimiento**

El mantenimiento involucra actividades propias para cada tecnología que son importantes para precautelar el buen estado de las estructuras, las mismas que involucran un nivel de conocimiento especializado.

En la Tabla 24, se describen las actividades que se deben llevar a cabo para dar mantenimiento a las tecnologías. Con el objetivo de categorizar el nivel de dificultad de cada actividad, se ha tomado en consideración tres categorías: actividades de contratación de servicios, actividades de entrenamiento leve y actividades de nula dificultad.

**Tabla 24.** Dificultad de mantenimiento para las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico



<b>Tecnología</b>	<b>Actividad</b>	<b>Singularidades</b>	<b>Dificultad de mantenimiento</b>
<b>Letrina de Pozo Anegado</b>	Mantenimiento de la caseta	Revisión de la guía de diseño por el usuario	Entrenamiento leve
	Vaciado del exceso de nivel de agua	Revisión de la guía de diseño por el usuario	Entrenamiento leve
	Limpieza de sistema de ventilación	Actividad realizada por el usuario	Nula
<b>Baño de arrastre hidráulico</b>	Limpieza de la caseta e inodoro	Actividad realizada por el usuario	Nula
	Reparación de la tubería	Contratar plomero	Contratación de servicios

**Elaborado por:** Quilumba,2022

**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud, 2005b)

A continuación, la Tabla 25 se ha ponderado el nivel de dificultad para la evaluación de las tecnologías, siendo el más alto valor la categoría de nula dificultad, aquellas que las puede desempeñar el usuario y el de menor valor la categoría de contratación de servicios, es decir, las actividades que están fuera del alcance del usuario.

**Tabla 25.** Ponderación definida por la dificultad de mantenimiento

<b>Criterio</b>	<b>Calificación</b>
Contratación de servicios (albañilería, carpintería o plomería)	1
Entrenamiento leve (revisión previa de la guía de diseño)	3
Nula (actividades de limpieza rutinarias)	5

**Elaborado por:** Quilumba,2022

Debido a que cada tecnología requiere varias actividades específicas; para la evaluación se procedió a realizar un promedio de la puntuación establecida individualmente para cada actividad, en función del nivel de dificultad cuyos resultados se encuentran en la Tabla 26.

**Tabla 26.** Ponderación designada para cada actividad de la dificultad de mantenimiento para la letrina de pozo anegado y el baño de arrastre hidráulico

<b>Tecnología</b>	<b>Suma de las ponderaciones por la dificultad de mantenimiento</b>	<b>Promedio para la ponderación total</b>
-------------------	---	---

<b>Letrina de Pozo Anegado</b>	3+3+5	3.66
<b>Baño de arrastre hidráulico</b>	5+1	3

Como se aprecia en la Tabla 26, los resultados no corresponden a los criterios de calificación definidos para ponderar el parámetro de dificultad de mantenimiento que se encuentra entre: 1,3 o 5; por lo que se definió un nuevo rango de dificultad que abarca esta ponderación como lo indica la Tabla 27.

**Tabla 27.** Ponderación designada a la dificultad de mantenimiento para la letrina de pozo anegado y el baño de arrastre hidráulico

<b>Criterio</b>	<b>Rango de calificación</b>	<b>Calificación</b>
Difícil mantenimiento	1-3	1
Moderada dificultad de mantenimiento	3-4	3
Fácil mantenimiento	4-5	5

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### 3.7.3.9 Tiempo de construcción

El tiempo de construcción de la tecnología depende del material seleccionado, de los insumos utilizados para la puesta en marcha, así como de la mano de obra (Álvarez, 2011). A continuación, en la Tabla 28 se estima el tiempo dedicado por 2 personas albañiles para la construcción de cada unidad.

**Tabla 28.** Tiempo de construcción de las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

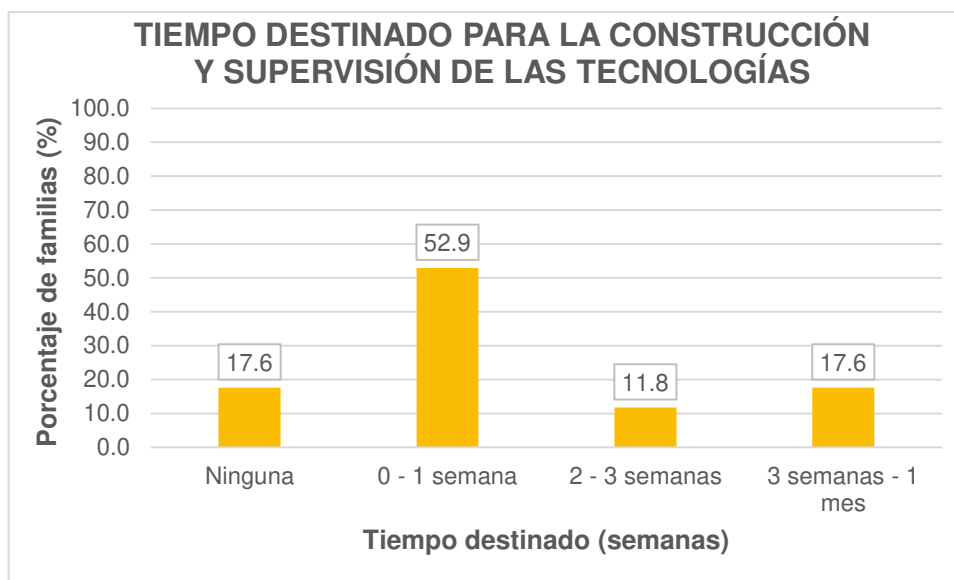
<b>Tecnología</b>	<b>Semanas de construcción</b>
Letrina de Pozo Anegado	2
Baño de arrastre hidráulico	3

**Elaborado por:** Quilumba,2022

**Fuente:** Consideraciones del maestro albañil

Debido a que el proceso de construcción implica la supervisión del usuario, se ha encuestado a los habitantes de San Rafael, como se constata en la Figura 13, en el que se ha incluido la siguiente pregunta respecto a este parámetro: “¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar para la construcción y supervisión de la tecnología?”; en base a los resultado obtenidos se estableció los criterios de ponderación, donde el 52.9% de las familias

encuestadas están dispuestas a destinar 7 días de su tiempo para el seguimiento de la construcción de la tecnología. Sobre esta base se elaboraron los criterios de ponderación definidos en la Tabla 29.



**Figura 13.** Tiempo que cada una de las 17 familias encuestadas de la comunidad San Rafael, Checa están dispuestas a destinar para la supervisión de la construcción de las tecnologías

**Elaborado por:** Quilumba,2022

**Tabla 29.** Ponderación para el tiempo de construcción de las tecnologías

Criterio	Calificación
Elevado tiempo de construcción (> 3 semanas)	1
Adecuado tiempo de construcción (2 - 3 semanas)	3
Bajo tiempo de construcción (1 - 2 semanas)	5

### 3.7.3.10 Estabilidad del suelo

Se ha determinado por estimación el peso total de construcción de las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico (referirse al Anexo X) como se muestra en la Tabla 30.

**Tabla 30.** Estimación de la capacidad de carga de la construcción de las tecnologías de saneamiento

Tecnología	Peso de construcción (t)	Área de construcción (m <sup>2</sup> )	Capacidad de carga (t/m <sup>2</sup> )
Letrina de pozo anegado	2.9	10.6	0.27

<b>Baño de arrastre hidráulico</b>	3.4	16.5	0.21
------------------------------------	-----	------	------

**Elaborado por:** Quilumba,2022

La evaluación de la estabilidad del suelo se precisó a través del resultado del ensayo experimental definiéndose como punto de partida, seguidamente se comparó con la estimación de la capacidad de carga de la cimentación de cada tecnología

Para determinar la capacidad de carga del suelo se requiere conocer parámetros como: humedad, densidad, cohesión y ángulo de fricción, valores que son proporcionados por muestreo en campo con el ensayo triaxial de laboratorio. Estos datos se tomaron del componente “*Estudios preliminares para el planteamiento de alternativas para el manejo de excretas en la comunidad de San Rafael, parroquia Checa de David Cajas*”, los valores experimentales de la capacidad de carga se encuentran en la Tabla 31.

**Tabla 31.** Capacidad de carga determinado para el suelo de la parroquia San Rafael, Checa

<b>Resultados</b>	<b>Capacidad de carga del suelo</b>
Humedad: 34.86%	930 t/m <sup>2</sup>
Densidad: 1.76 (g/cm <sup>3</sup> )	
Cohesión: 1.90 (kg/cm <sup>2</sup> )	
Ángulo de fricción: 30.54 (°)	

**Elaborado por:** Quilumba,2022

La ponderación se estableció tomando como base el valor experimental para la calificación de las tecnologías como se muestra en la Tabla 32.

**Tabla 32.** Ponderación designada para la estabilidad de la tecnología

<b>Criterio</b>	<b>Calificación</b>
Menor a la capacidad de carga determinada en laboratorio	1
Mayor a la capacidad de carga determinada en laboratorio	5

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### **3.7.3.11 Disponibilidad del terreno**

Para la implementación de las tecnologías de arrastre de agua es indispensable que el usuario disponga de un área significativa en su domicilio que permita una apropiada operatividad (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005). En la Tabla 33 subsiguiente se presenta el área necesaria para la implementación de cada tecnología.

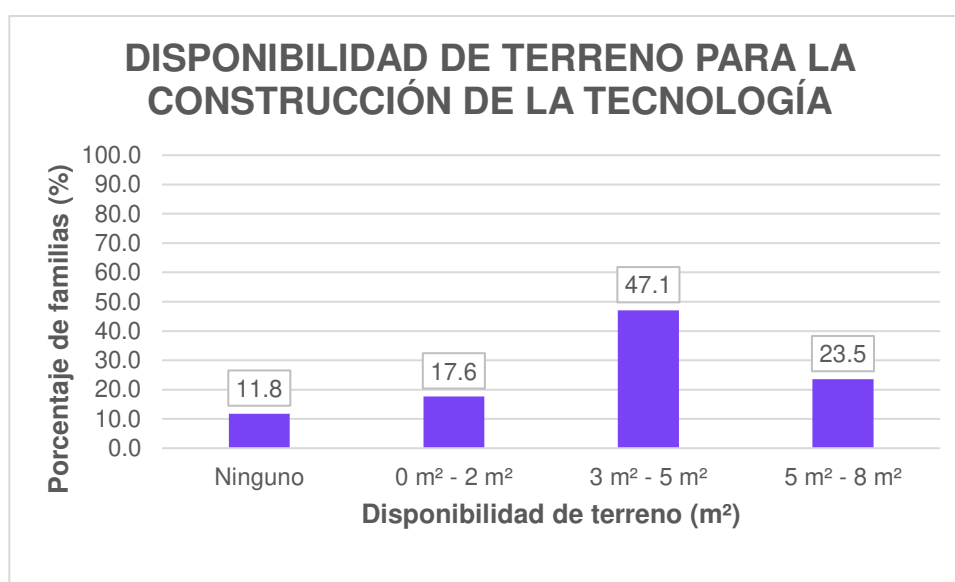
**Tabla 33.** Área requerida para la cimentación de la tecnología

Tecnología	Área necesaria (m <sup>2</sup> )
Letrina de Pozo Anegado	3
Baño de arrastre hidráulico	5

Elaborado por: Quilumba,2022

**Fuente:** Álvarez, 2011; Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005

Para determinar la calificación de este parámetro en la encuesta se incluyó la siguiente pregunta: “¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?”, los resultados se aprecian en la Figura 14, donde se observa que el 47.1% de las familias encuestadas pueden destinar de 3 m<sup>2</sup> a 5 m<sup>2</sup> para la construcción de las unidades de saneamiento, tomando en consideración esta información se definió los criterios de ponderación como lo indica la Tabla 34.



**Figura 14.** Disponibilidad de terreno que cada una de las familias encuestadas de la comunidad San Rafael, Checa están dispuestas a predestinar para la construcción de las tecnologías

Elaborado por: Quilumba,2022

**Tabla 34.** Ponderación designada para la disponibilidad de terreno para la cimentación de la tecnología

Criterio	Calificación
Terreno no disponible por cada familia (> 5 m <sup>2</sup> )	1
Terreno disponible por cada familia (≤ 3 m <sup>2</sup> – 5 m <sup>2</sup> )	5

Elaborado por: Quilumba,2022

### 3.7.3.12 *Tiempo de vida útil de la tecnología*

El tiempo de vida de la tecnología depende del uso adecuado por parte del usuario pues si el uso es mayor al definido en el diseño se llenará más rápidamente los pozos, asimismo si se introduce desechos producto de la higiene anal, el caso del papel higiénico, se puede obstruir la tubería por lo que se recomienda disponer en un cesto el material de limpieza (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005). En la Tabla 35 se presenta el tiempo de beneficio de las tecnologías de arrastre de agua obtenido por fuentes bibliográficas.

**Tabla 35.** Tiempo de vida útil de los sistemas de saneamiento

<b>Tecnología</b>	<b>Tiempos de vida útil (años)</b>
Letrina de Pozo Anegado	10 - 15
Baño de arrastre hidráulico	20 - 30

**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005)

A continuación, se presenta la Tabla 36 se detalla la calificación con base al tiempo de vida útil de los sistemas de saneamiento: letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico.

**Tabla 36.** Ponderación designada para la vida útil de las tecnologías

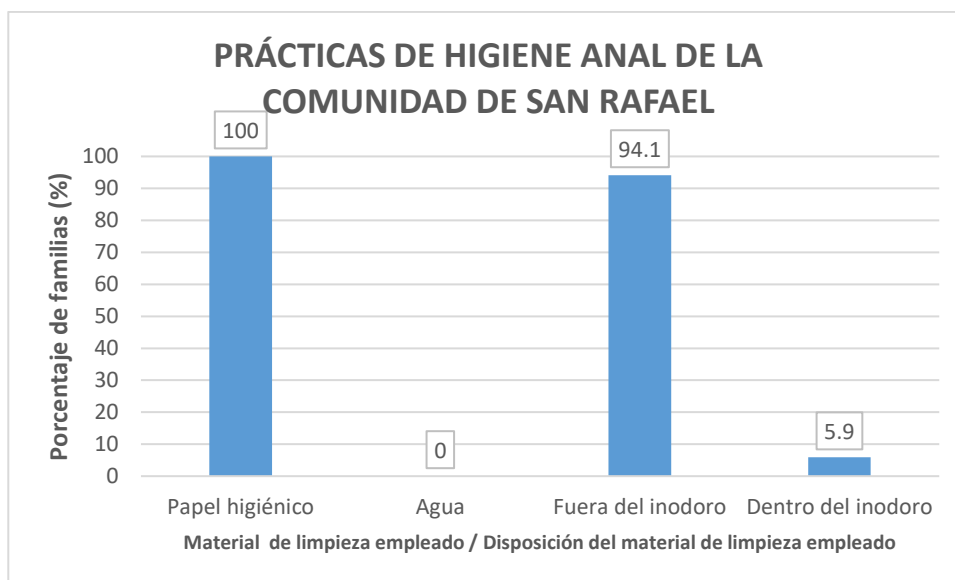
<b>Criterio</b>	<b>Calificación</b>
Deficiente vida útil (< 5 años)	1
Adecuada vida útil (5 – 10 años)	3
Óptima vida útil (> 10 años)	5

Elaborado por: Quilumba,2022

## 3.7.4 Factores Sociales

### 3.7.4.4 *Disposición de materiales de higiene anal*

Para el aseo personal los usuarios pueden emplear diversos materiales, por esta razón dentro de la encuesta se incluyó las siguientes preguntas: “¿Qué material usa para la limpieza persona al ir al baño? y ¿En dónde dispone el material utilizado en la limpieza personal?”. La Figura 15, detalla las respuestas obtenidas a la población encuestada, en la misma que todos emplean papel higiénico para su limpieza y el 94.1% lo depositan fuera del inodoro mayoritariamente lo incineran o lo entierran y el 5.9% lo deposita en el interior del retrete.



**Figura 15.** Disposición de materiales de higiene anal de las familias encuestadas de la comunidad San Rafael, Checa

Para el caso de la letrina de pozo anegado, el usar agua como mecanismo de limpieza anal podría saturar la tecnología, pues adicionalmente requiere de una cantidad de agua para el arrastre de los materiales, llenando más rápidamente el pozo que previamente ya se encuentra con agua; por otro lado, si el material utilizado es papel higiénico y es depositado en el interior se ocuparía un mayor volumen en menor tiempo acortando el tiempo de vida útil; finalmente el emplear papel y depositarlo en el exterior de la tecnología es la mejor opción para el correcto desempeño de la misma. En la Tabla 37 se colocaron las ponderaciones en función de cada uno de los casos expuestos para la letrina de pozo anegado.

**Tabla 37.** Ponderación del uso y disposición de materiales de higiene anal para letrina de pozo anegado

Criterio Letrina Pozo Anegado	Calificación
Usa agua	1
Uso papel y deposita dentro del hoyo	3
Usa papel y lo deposita fuera del hoyo	5

**Elaborado por:** Quilumba, 2022

En lo que concierne al baño de arrastre hidráulico, al contar con un inodoro no es adecuado depositar papel higiénico en su interior pues por el diámetro de la tubería que podría obstruir el sistema y dejar de funcionar adecuadamente, disminuyendo el tiempo de vida útil; el emplear agua como práctica de limpieza puede ser factible para este sistema pues su uso

se fundamenta en el arrastre de agua, sin embargo, el recurso agua es limitado por lo que no es parte del usuario utilizarlo para este fin; por último el usar papel y colocarlo fuera del inodoro permitiría el correcto funcionamiento de este sistema de saneamiento. En la Tabla 38 se ha categorizado cada una de las situaciones planteadas.

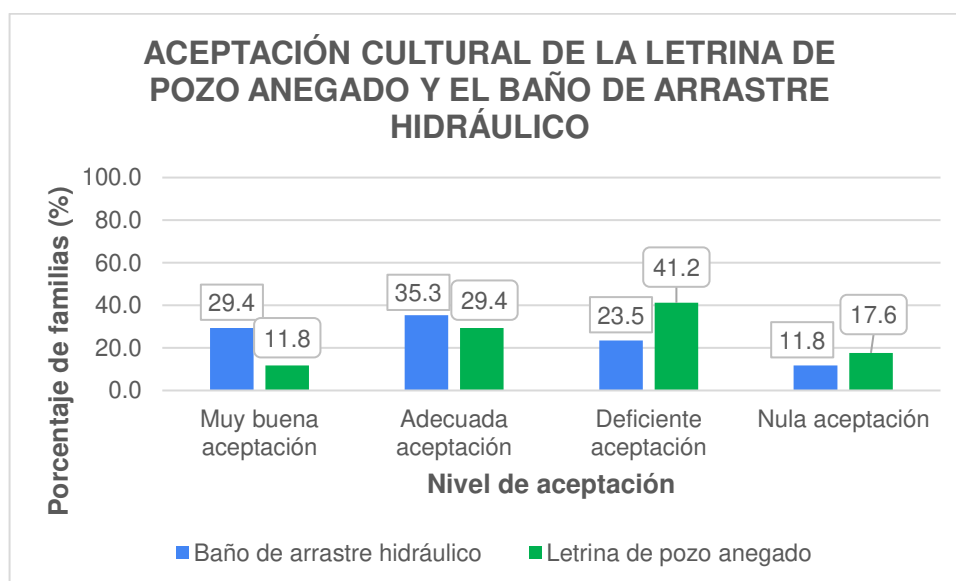
**Tabla 38.** Ponderación del uso y disposición de materiales de higiene anal para baño de arrastre hidráulico

<b>Criterio Baño de arrastre hidráulico</b>	<b>Calificación</b>
Uso papel y deposita dentro del inodoro	1
Usa agua	3
Usa papel y lo deposita fuera del inodoro	5

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### 3.7.4.5 Aceptación cultural

Este parámetro depende de si la comunidad está dispuesta a implementar el sistema de saneamiento alternativo para el manejo de excretas. Este criterio es trascendental para conocer la inclinación de la comunidad por los diferentes sistemas de saneamiento, por ello en la encuesta realizada a los habitantes de la comunidad San Rafael, se expuso el funcionamiento de las tecnologías, sus ventajas y desventajas, desarrollando la siguiente pregunta: “¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado y al baño de arrastre hidráulico? y ¿Por qué le otorgaría esas calificaciones?”, conforme se expone en la Figura 16 para la letrina de pozo anegado y el baño de arrastre hidráulico respectivamente.





**Figura 16.** Aceptación cultural de la tecnología letrina de pozo anegado y del baño de arrastre hidráulico por parte de las familias encuestadas de la comunidad San Rafael, Checa

En la Tabla 39 se encuentran las calificaciones designadas para valorar la aceptación de los sistemas de saneamiento por parte de los habitantes de la comunidad de San Rafael.

**Tabla 39.** Ponderación del nivel de aceptación cultural de las tecnologías para la comunidad de San Rafael

<b>Criterio Tanque</b>	<b>Calificación</b>
Nula aceptación	0
Deficiente aceptación	1
Adecuada aceptación	3
Muy buena aceptación	5

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### 3.7.5 Factores Ambientales

#### 3.7.5.1 Aprovechamiento de residuos fecales

Para el caso de las dos tecnologías: letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico los productos finales no se aprovechan como tal en el uso de la tecnología, así se describe en la Tabla 40 (Álvarez, 2011).

**Tabla 40.** Aprovechamiento de lodos en los sistemas de saneamiento

<b>Tecnología</b>	<b>Aprovechamiento de lodos</b>
Letrina de Pozo Anegado	No
Baño de Arrastre Hidráulico	No

**Elaborado por:** Quilumba,2022

En la Tabla 41 se han designado el tiempo de aprovechamiento de los lodos fecales para cada una de las tecnologías que han sido obtenidos considerando las tecnologías: letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico.

**Tabla 41.** Ponderación del tiempo de aprovechamiento de los lodos en las tecnologías de saneamiento.

<b>Criterio (Tiempo de aprovechamiento)</b>	<b>Calificación</b>
No existe aprovechamiento	0
Deficiente aprovechamiento de lodos (5 años)	1
Adecuado aprovechamiento de lodos (2 años)	3

Buen aprovechamiento (<6 meses)	5
---------------------------------	---

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### **3.7.5.2 Uso de agua por la tecnología**

La letrina de pozo anegado debe contener agua previamente en el pozo donde se evacuarán las excretas de 1 m<sup>3</sup>, no obstante, el agua empleada para la descarga es menor. El baño de arrastre hidráulico necesita agua para su funcionamiento. A continuación, en la Tabla 42, se identifica el uso o no de agua por parte de las tecnologías.

**Tabla 42.** Cantidad de agua empleada en cada descarga por el sistema de saneamiento

<b>Tecnología</b>	<b>Utiliza agua para su funcionamiento</b>
Letrina de Pozo Anegado	Si
Baño de arrastre hidráulico	Si

**Elaborado por:** Quilumba,2022

En la Tabla 43 se encuentra la ponderación establecida para el parámetro de uso de agua por la tecnología, donde se define como 1 para aquellas tecnologías que empleen agua y 5 para aquellas que no lo hagan, debido a que este parámetro pretende identificar el consumo de agua en los sistemas de saneamiento pues repercute en la calidad ambiental.

**Tabla 43.** Ponderación del consumo de agua para las tecnologías de saneamiento

<b>Criterio</b>	<b>Calificación</b>
Usa agua	1
No usa agua	5

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### **3.7.5.3 Presencia de vectores**

La letrina de pozo anegado es un sistema abierto y el tubo que desciende por la letrina podría no estar sumergido correctamente en el agua del pozo, originando olores que pueden sugestionar la presencia de vectores como mosquitos o roedores; para evitar estos inconvenientes es importante revisar el nivel del agua para la formación del sello hidráulico que evita la propagación de olores, además de realizar mantenimiento del sistema de ventilación y las condiciones de asepsia de la caseta.

Para el baño de arrastre hidráulico la presencia de vectores es nula debido a que cuenta con una taza sanitaria que forma el sello hidráulico atrapando olores y evitando malestar en el usuario, sin embargo, siempre es necesario mantener las mejores condiciones de limpieza de la unidad de saneamiento.

En la Tabla 44 se describe la presencia de vectores para las tecnologías mencionadas anteriormente.

**Tabla 44.** Presencia de vectores para cada una de las tecnologías

<b>Tecnología de Saneamiento</b>	<b>Presencia de vectores por la existencia de la tecnología</b>
Letrina de pozo anegado	Si
Baño de arrastre hidráulico	No

**Fuente:** (Álvarez, 2011)

Los criterios de calificación que se han colocado en la Tabla 45, en función de la magnitud de vectores en las alternativas de saneamiento.

**Tabla 45.** Ponderación designada para la presencia de vectores en las tecnologías de saneamiento

<b>Criterio</b>	<b>Calificación</b>
Alta presencia de vectores	1
La presencia de vectores es media	3
No existe presencia de vectores	5

**Elaborado por:** Quilumba,2022

La ponderación de 1 corresponde al caso que se produzca una elevada proliferación de vectores donde las circunstancias favorezcan su desarrollo, mientras que el valor de 5 corresponde a escenarios ideales de operatividad donde las condiciones impidan el crecimiento de estos organismos.

### **3.7.6 Factores Económicos**

#### **3.7.6.1 Costos de construcción: material y mano de obra**

El costo de los materiales para la construcción y el costo de la mano de obra para las unidades de saneamiento: letrina de pozo anegado y para el baño de arrastre hidráulico se especificaron con anterioridad. La Tabla 46 se resume el costo total de cada tecnología.

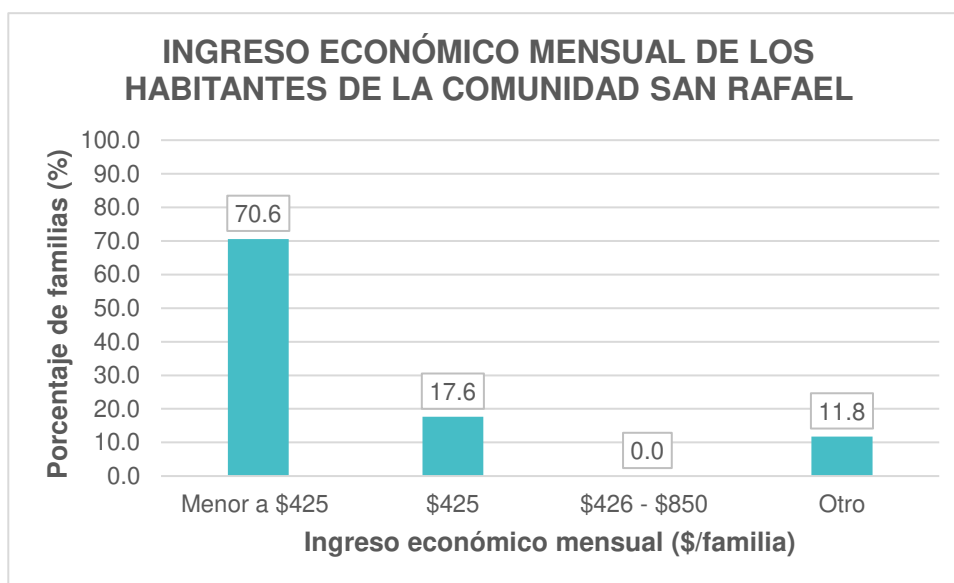
**Tabla 46.** Costos de construcción: material y mano de obra de las tecnologías

<b>Tecnología de Saneamiento</b>	<b>Costo de materiales (\$)</b>	<b>Costo de mano de obra (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Letrina de pozo anegado	1179.31	720	1899.31

Baño de arrastre hidráulico	1224.62	1080	2304.62
-----------------------------	---------	------	---------

**Fuente:** Consideraciones de un maestro albañil

Con el propósito de establecer los criterios para la evaluación de las tecnologías, en la encuesta realizada se consultó a la comunidad: “¿Cuál es su ingreso económico mensual?”, como lo indica la Figura 17, donde el 70.6% de las familias perciben un salario inferior al sueldo básico del país que es de \$425. Con base en esta información se estableció los criterios definidos en la Tabla 47.



**Figura 17.** Ingreso económico mensual que perciben las familias encuestadas de la comunidad San Rafael, Checa

**Tabla 47.** Ponderación del costo de construcción para las tecnologías

Criterio	Calificación
Mayor al sueldo básico (> \$425)	1
Inferior al sueldo básico (< \$425)	5

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### 3.7.6.2 Costos de mantenimiento de la infraestructura

Los costos de mantenimiento de las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico fueron detallados previamente, en la Tabla 48 se describen comparativamente estos valores.

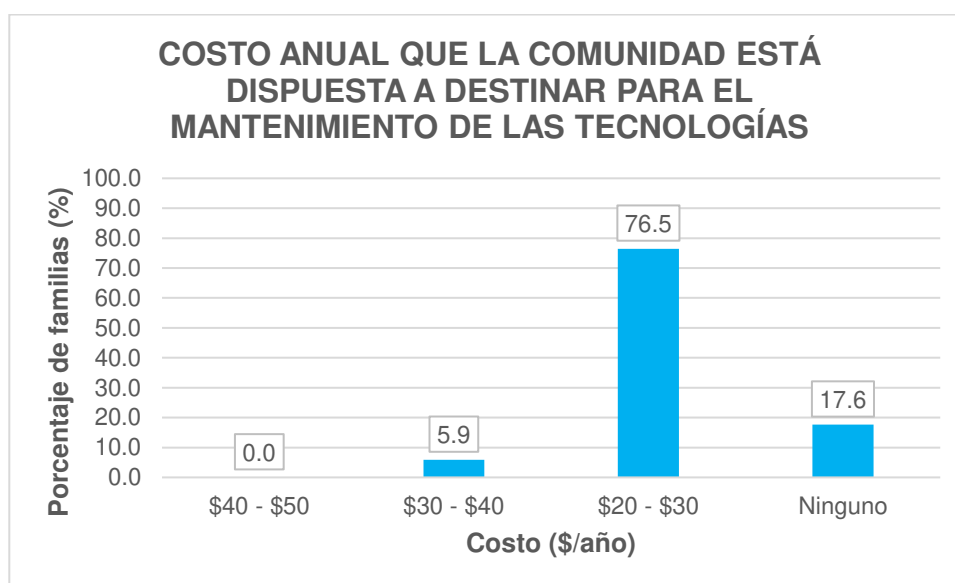
**Tabla 48.** Comparación de los costos de mantenimiento

Tecnología de Saneamiento	Costo (\$)
Letrina de pozo anegado	35

Baño de arrastre hidráulico	46
-----------------------------	----

Elaborado por: Quilumba,2022

En la encuesta realizada a la comunidad de San Rafael se formuló la siguiente pregunta “¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?”, del que se conoce que la mayor parte de las 17 familias encuestas, que corresponde al 76.5% destinarían entre \$20 a \$30 para cubrir costos mantenimiento que corresponde al rango mínimo definido, como lo indica la Figura 18.



**Figura 18.** Costo anual que las familias encuestadas de la comunidad San Rafael, Checa están dispuestas a destinar para el mantenimiento de las tecnologías

De acuerdo con los resultados obtenidos de la encuesta se designó la ponderación de los costos de mantenimiento siendo el valor de 1 para costos que se encuentren entre \$30 a \$40 y el valor de 5 para costos menores e inferiores de \$20 a \$30 como se expone en la Tabla 49.

**Tabla 49.** Ponderación de los costos de mantenimiento para las tecnologías

Criterio	Calificación
Costo de mantenimiento mayor al dispuesto a destinar por cada familia (> \$30)	1
Costo de mantenimiento menor al dispuesto a destinar por cada familia ( $\leq$ \$20 - \$30)	5

Elaborado por: Quilumba,2022

### 3.7.6.3 Costos de evacuación de residuos fecales

El costo de la evacuación de excretas fue detallado anteriormente y corresponde al valor a pagar para la extracción de los lodos almacenados en los pozos, a continuación, en la Tabla 50 se encuentran descrito si requiere o no la tecnología evacuar las excretas.

**Tabla 50.** Costos de evacuación de excretas

<b>Tecnología de Saneamiento</b>	<b>Requiere pagar costo de evacuación</b>
Letrina de pozo anegado	Si
Baño de arrastre hidráulico	Si

**Elaborado por:** Quilumba,2022

Las ponderaciones definidas en la Tabla 51 fueron colocadas en función del requerimiento a pagar por el servicio de evacuar las excretas.

**Tabla 51.** Ponderación para las tecnologías en función del requerimiento de cubrir costos de evacuación de excretas

<b>Criterio</b>	<b>Calificación</b>
Necesita pagar el servicio de evacuación de lodos	1
No necesita pagar el servicio de evacuación de lodos	5

**Elaborado por:** Quilumba,2022

El costo de extracción de lodos más favorable para las dos alternativas se ha fijado a través de tanqueros que atiendan las necesidades de vaciado de lodos fecales para toda la comunidad. Es importante mencionar que la evacuación de lodos para la letrina de pozo anegado se ha considerado para cada 3 años de vaciado y limpieza de los pozos con un total de 5 veces para 15 años de vida útil y para el caso del baño de arrastre hidráulico se ha definido 1 vez cada 10 años con un total de 2 veces para 2 pozos con 20 años de vida útil. Un mayor número de vaciados involucra un mayor costo a pagar por la tecnología lo que resulta en una desventaja

## 3.8 Selección de la tecnología más idónea

La herramienta empleada para la valoración de las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico es la matriz de decisión la misma que se encuentra en el Anexo XI, cuenta con 5 columnas designadas como A, B, C, D y E y 17 filas útiles.

La columna A abarca la ponderación establecida para evaluar a los 9 criterios técnicos. 2 criterios sociales, 3 criterios ambientales y 3 criterios económicos sobre 100 puntos, los

mismos que se encuentran descritos en la columna B, en la columna C se encuentra la calificación designada para cada criterio.

El peso designado para cada parámetro definido en la columna A, fue de 40% para los factores técnicos pues la edificación de las tecnologías requiere cumplir con estándares que aseguren un correcto funcionamiento de la infraestructura. Los factores ambientales y los factores sociales fueron valorados con el 15% de peso, puesto que ambos criterios requieren ser incluidos y considerados dentro de la evaluación de las tecnologías. Finalmente, para los factores económicos se otorgó el peso del 30%, debido a que la implementación de las unidades de saneamiento involucra valores que deben ser costeados y que resulta la mayor dificultad que sin el mismo no podría llevarse a cabo la construcción de las tecnologías de saneamiento.

Cada criterio fue evaluado específicamente y su ponderación colocada en la columna C, con valores 1 para cuando se cumpla de manera deficiente, 3 para un cumplimiento adecuado y 5 para cuando el proceso evaluado se cumpla de forma muy buena.

En la columna D se ubicó el resultado de la suma total de cada factor: técnico, social, ambiental y económico, dividido para la suma total al recibir la máxima ponderación que corresponde a 5 por cada criterio evaluado.

Por último, en la fila E se colocó el producto del valor de la columna D por la ponderación establecida en la columna A para cada factor evaluado. La evaluación general se consigue al sumar todos los valores de la columna E que abarca todos los criterios definidos en el proceso de evaluación y está valorada sobre 100 puntos. La tecnología que posea la más alta calificación será la más idónea (Noyola et al., 2013).

## **4. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Resultados**

#### **4.1.1 Guía de diseño**

La guía de diseño de las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico es un instrumento desarrollado siguiendo especificaciones técnicas, para que los usuarios puedan emplearla como base para instaurar cualquiera de los sistemas de saneamiento anteriormente mencionados, se la puede ver en el Anexo IV y Anexo V respectivamente.

#### 4.1.2 Tabla comparativa de cotización de precios unitarios de tecnologías:

##### Letrina de pozo anegado y Baño de arrastre hidráulico

En la siguiente Tabla 52 se puede constatar comparativamente los costos de materiales, los costos de mano de obra, los costos de mantenimiento y los costos de evacuación de excretas tanto para la tecnología letrina de pozo anegado como para la tecnología baño de arrastre hidráulico.

**Tabla 52.** Comparativa de los precios unitarios de las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

<b>Tecnología</b>	<b>Costo de materiales (\$)</b>	<b>Costo de mano de obra (\$)</b>	<b>Costo de mantenimiento (\$)</b>	<b>Costo de evacuación de excretas (\$)</b>
Letrina de pozo anegado	1179.31	720	35	70
Baño de arrastre hidráulico	1224.62	1080	46	70

**Elaborado por:** Quilumba,2022

Para la letrina de pozo anegado el costo de materiales es elevado, debido a el tipo de material que se ha establecido para su construcción que es de hormigón armado, pues presenta características de resistencia y durabilidad de la tecnología. El costo de la mano de obra es ligeramente inferior en relación con el baño de arrastre hidráulico debido a que la magnitud de infraestructura es menor en relación con el baño de arrastre hidráulico que demanda de más compartimientos. El costo de mantenimiento se ha establecido en función de las actividades que se requieran realizar para la funcionalidad de la tecnología y podrían variar de acuerdo con el cuidado por parte del usuario. El costo de evacuación de excretas se lo ha establecido de forma individual, es decir, por cada hogar cada 3 años, mediante un tanquero que abastezca a toda la comunidad, sin embargo, existen otras alternativas que se han descrito anteriormente sobre este apartado.

En el caso del baño de arrastre hidráulico el costo de materiales es mínimamente mayor que la anterior tecnología, pues además de ser de hormigón armado cuenta con estructuras adicionales y está dotado de un aparto sanitario que elevan su costo. El costo de mano de obra es alto porque requiere la implementación de más estructuras y está dado en función de la cotización del trabajo semanal del maestro albañil para 3 semanas. El costo de mantenimiento se ha definido conforme las actividades necesarias de limpieza y reparación



que son importantes para la operatividad de la unidad de saneamiento, sin embargo, está sujeto a variaciones en función de los requerimientos de mantenimiento.

#### 4.1.3 Matriz de decisión para la tecnología letrina de pozo anegado

A continuación, se presenta la matriz de decisión par la tecnología letrina de pozo anegado evaluada por cada factor técnico, económico, ambiental con cada una de sus calificaciones. En la Tabla 53 se encuentra la calificación de los factores técnicos, donde la mayor parte de criterios han puntuado con la máxima calificación a excepción de la facilidad de mantenimiento y el tiempo de construcción cuya ponderación ha sido intermedia. La calificación total del factor técnico ha sido de 29.33% sobre 40% colocándose en un rango de aceptación apropiado.

**Tabla 53.** Ponderación de los factores técnicos para la letrina de pozo anegado

	A	B	C	D	E
#	%	CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA LA MEJOR TECNOLOGÍA	CALIFICACIÓN 1= Deficiente 3=Adecuado 5=Muy bueno	Total, de C / (1.10, 2.3, 3.4, 4.4)	D*A
<b>1</b>	<b>40</b>	<b>FACTORES TÉCNICOS</b>			
1.1		Distancia entre fuente de abastecimiento de agua y sistema de saneamiento	5		
1.2		Permeabilidad del suelo	1		
1.3		Agua que necesita la tecnología para su funcionamiento	1		
1.4		Frecuencia de mantenimiento	5		
1.5		Facilidad de mantenimiento	3		
1.6		Tiempo de construcción	3		
1.7		Estabilidad del suelo	5		
1.8		Disponibilidad del terreno	5		
1.9		Tiempo de vida de la tecnología	5		
<b>1.10</b>		<b>Calificación total del factor técnico (45)</b>	<b>33.00</b>		

Elaborado por: Quilumba,2022

La evaluación de los dos factores sociales se encuentra en la Tabla 54, se aprecia que el criterio disposición de materiales de higiene anal alcanza la mayor valoración, al contrario de la aceptación cultural que es baja por la limitante del recurso agua.

**Tabla 54.** Ponderación de los factores sociales para la letrina de pozo anegado

<b>2</b>	<b>15</b>	<b>FACTORES SOCIALES</b>			
2.1		Disposición de materiales de higiene anal	5		
2.2		Aceptación cultural	1		
<b>2.3</b>		<b>Calificación total del factor social (10)</b>	<b>6.00</b>	<b>0.60</b>	<b>9.00</b>

Elaborado por: Quilumba,2022

Los factores ambientales analizados en la Tabla 55 para la tecnología letrina de pozo anegado alcanzan bajos valores, especialmente en el caso del agua que se hace uso por la tecnología pues esta forma parte del funcionamiento por lo que es ambientalmente perjudicial, en el aprovechamiento de residuos fecales no forma parte del funcionamiento del sistema de saneamiento, sin embargo en caso de aprovechar estos materiales el tiempo estimado es de 3 años pues es el tiempo en el que se alcanzaría una producción importante de lodos donde se llenaría el hoyo, y la presencia de vectores es media, debido a que cuenta con un tubo de vertido cuya inmersión en el agua puede variar generando la aparición de mosquitos.

**Tabla 55.** Ponderación de los factores ambientales para la letrina de pozo anegado

<b>3</b>	<b>15</b>	<b>FACTORES AMBIENTALES</b>			
3.1		Aprovechamiento de residuos fecales	3		
3.2		Uso de agua por la tecnología	1		
3.3.		Presencia de vectores	3		
<b>3.4</b>		<b>Calificación total del factor ambiental (15)</b>	<b>7.00</b>	<b>0.47</b>	<b>7.00</b>

**Elaborado por:** Quilumba,2022

La ponderación del componente económico definido en la Tabla 56 es la más baja para todos los criterios evaluados, debido a que los costos superan la provisión económica mensual de los habitantes de la comunidad de “San Rafael”.

**Tabla 56.** Ponderación de los factores económicos para la letrina de pozo anegado

<b>4</b>	<b>30</b>	<b>FACTORES ECONÓMICOS</b>			
4.1		Costos de mantenimiento	1		
4.2		Costos de construcción: material y mano de obra	1		
4.3		Costos de evacuación de excretas	1		
4.4		<b>Calificación total del factor económico (15)</b>	<b>3.00</b>	<b>0.20</b>	<b>6.00</b>
	<b>100</b>				<b>51.33</b>

**Elaborado por:** Quilumba,2022

#### **4.1.4 Matriz de decisión para la tecnología baño de arrastre hidráulico**

Seguidamente se presenta la matriz de decisión evaluada para todos los factores técnicos, económicos, ambientales y sociales para la tecnología baño de arrastre hidráulico.

En la Tabla 57 se encuentra la valoración de los factores técnicos que en su mayor parte han puntuado con la máxima calificación, con la exclusión del criterio de tiempo de construcción que es prolongado por la magnitud de la infraestructura y la facilidad de

mantenimiento porque requiere de un entrenamiento leve, es decir, la revisión de la guía de diseño propuesta.

**Tabla 57.** Ponderación de los factores técnicos baño de arrastre hidráulico

#	A	B	C	D	E
#	%	CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA LA MEJOR TECNOLOGÍA	CALIFICACIÓN 1= Deficiente 3=Adecuado 5=Muy bueno	Total, de C / (1.10, 2.3, 3.4, 4.4)	D*A
<b>1</b>	<b>40</b>	<b>FACTORES TÉCNICOS</b>			
1.1		Distancia entre fuente de abastecimiento de agua y sistema de saneamiento	5		
1.2		Permeabilidad del suelo	1		
1.3		Agua que necesita la tecnología para su funcionamiento	5		
1.4		Frecuencia de mantenimiento	5		
1.5		Facilidad de mantenimiento	3		
1.6		Tiempo de construcción	1		
1.7		Estabilidad del suelo	5		
1.8		Disponibilidad del terreno	5		
1.9		Tiempo de vida de la tecnología	5		
<b>1.10</b>		<b>Calificación total del factor técnico (45)</b>	<b>35.00</b>	<b>0.78</b>	<b>31.11</b>

Elaborado por: Quilumba,2022

En la Tabla 58, se dispone la ponderación de los factores sociales en donde la puntuación más baja es la de la aceptación cultural, porque requiere determinada cantidad de agua para su funcionamiento, así como un mayor espacio para su instauración.

**Tabla 58.** Ponderación de los factores sociales baño de arrastre hidráulico

<b>2</b>	<b>15</b>	<b>FACTORES SOCIALES</b>			
2.1		Disposición de materiales de higiene anal	5		
2.2		Aceptación cultural	3		
<b>2.3</b>		<b>Calificación total del factor social (10)</b>	<b>8.00</b>	<b>0.80</b>	<b>12.00</b>

Elaborado por: Quilumba,2022

La ponderación de los factores ambientales se encuentra en la Tabla 59 descrita a continuación, se aprecia que el criterio con más baja calificación es del agua empleada por cada descarga, pues para el desempeño de esta tecnología es vital el uso de este recurso que resulta en la contaminación de este, por otro lado, el aprovechamiento de residuos no forma parte del funcionamiento de esta alternativa por lo que su ponderación es nula.

**Tabla 59.** Ponderación de los factores ambientales baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

3	15	FACTORES AMBIENTALES		
3.1		Aprovechamiento de residuos fecales	3	
3.2		Uso de agua por la tecnología	1	
3.3.		Presencia de vectores	5	
3.4		<b>Calificación total del factor ambiental (15)</b>	<b>9.00</b>	<b>0.60</b>
				<b>9.00</b>

La evaluación de los factores económicos es inferior en todos los criterios porque el ingreso económico de los usuarios es reducido en comparación con el coste de los servicios convirtiéndose en una barrera para la comunidad cubrir estos costos.

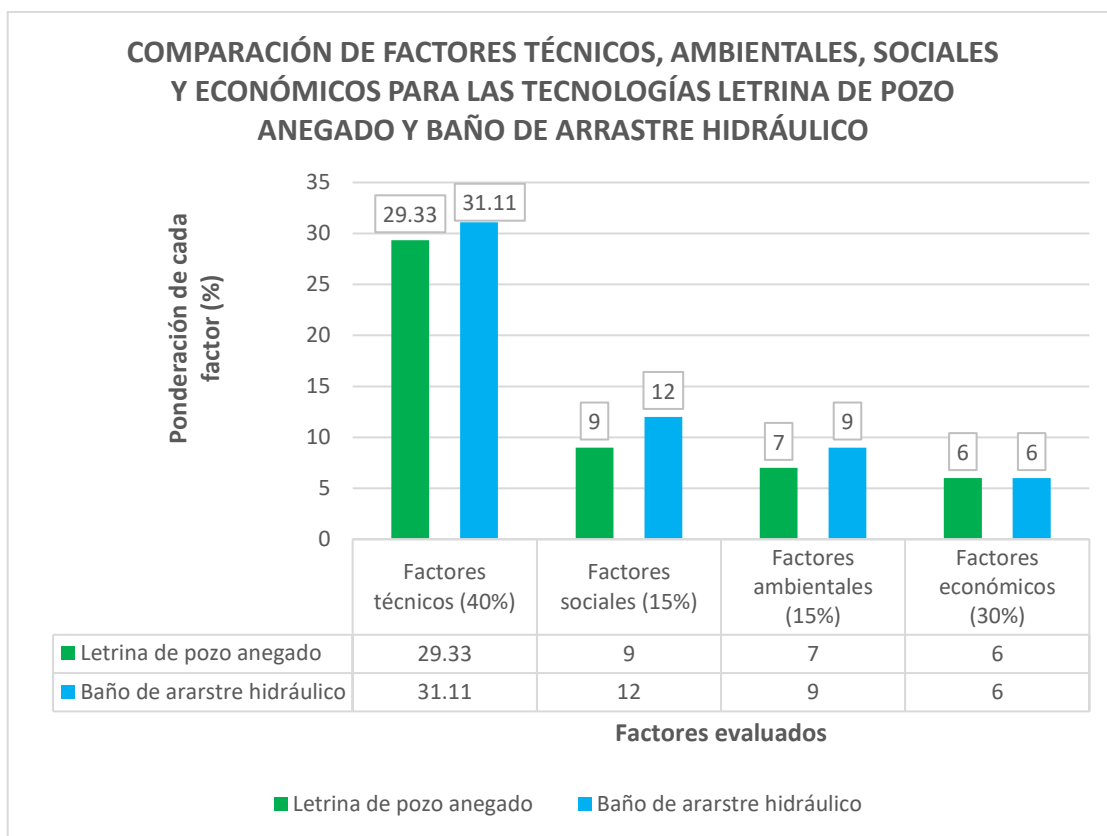
**Tabla 60.** Ponderación de los factores económicos baño de arrastre hidráulico

4	30	FACTORES ECONÓMICOS		
4.1		Costos de mantenimiento	1	
4.2		Costos de construcción: material y mano de obra	1	
4.3		Costos de evacuación de excretas	1	
4.4		<b>Calificación total del factor económico (15)</b>	<b>3.00</b>	<b>0.20</b>
	100			<b>58.11</b>

**Elaborado por:** Quilumba,2022

#### 4.1.5 Comparativa de parámetros técnicos, económicos, ambientales y sociales entre las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

Como veremos a continuación, se presenta en la Figura 19, con las ponderaciones de los factores técnicos, económicos, ambientales y sociales asignado para cada tecnología evaluada.



**Figura 19.** Comparativa de factores evaluados técnicos, sociales, ambientales y económicos para las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

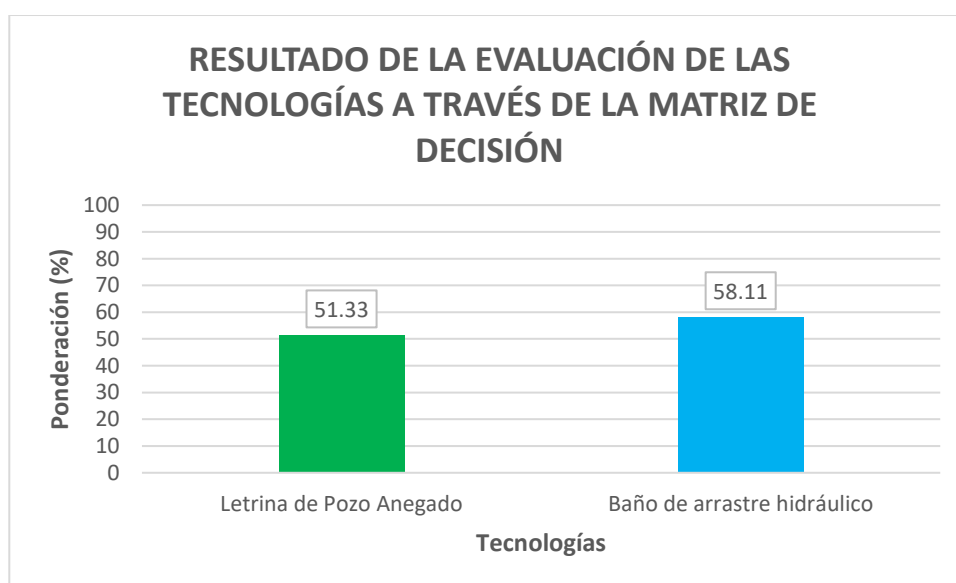
**Elaborado por:** Quilumba,2022

La Figura 19, muestra que tanto la tecnología letrina de pozo anegado como la tecnología baño de arrastre hidráulico se encuentran ligeramente equiparadas en la evaluación de los factores, debido a que ambas tecnologías son denominadas “de arrastre de agua” y su desempeño exige el uso de este recurso, el mismo que varía en función de la provisión diaria de los reservorios de abastecimiento. Los factores técnicos para la letrina de pozo anegado difieren con el baño de arrastre hidráulico fundamentalmente en el agua que necesita la tecnología para su funcionamiento, porque la letrina para el funcionamiento integral requiere mayor cantidad de agua ya que el pozo debe estar anticipadamente lleno de agua en relación al baño de arrastre que emplea alrededor de 5 litros para el arrastre del desecho fisiológico, en este parámetro se analizó el volumen de agua empleado para el funcionamiento de las alternativas por lo que es superior el de la alternativa letrina de pozo anegado que emplea 3 litros para el arrastre de desecho fecal y 1000 litros previos en el depósito dando un total de 1003 litros para el arrastre de los residuos. En los factores sociales el baño de arrastre difiere con la letrina de pozo anegado en la aceptación cultural porque la primera alternativa se puede disponer en el domicilio o en sus inmediaciones y no existe contacto permanente con

el desecho fisiológico de arrastre, mientras que el pozo anegado necesariamente se debe localizar en el exterior del domicilio y los lodos se sitúan inmediatamente debajo de la letrina. En los factores ambientales el baño de arrastre hidráulico al contar con la taza sanitaria tipo sifón impide la dispersión en la caseta de posibles olores, situación que puede ser diferente en la letrina de pozo anegado cuando el tubo de caída de material fecal no se encuentre completamente sumergido con el agua del pozo, por lo que el sello hidráulico puede no funcionar apropiadamente por tanto el baño de arrastre supera al pozo anegado. En los factores económicos las dos alternativas propuestas superan el ingreso económico de los habitantes por lo que han alcanzado la mínima ponderación en todas las fases de construcción: materiales, mano de obra, mantenimiento y evacuación de excretas.

#### 4.1.6 Comparativa de resultado alcanzados por la tecnología letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

En la Figura 20, se presentan los resultados totales obtenidos a través de la matriz de decisión en la que se ha considerado parámetros técnicos, sociales, ambientales y económicos para las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico.



**Figura 20.** Comparativa de la evaluación de las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico mediante la matriz de decisión

**Elaborado por:** Quilumba,2022

La evaluación total obtenida a partir de la matriz de decisión muestra que las dos alternativas presentadas tienen un nivel de valoración muy cercano con una diferencia mínima teniendo los siguientes resultados: para la letrina de pozo anegado de 51.33% y para el baño de arrastre hidráulico de 58.11%. Las dos unidades de saneamiento emplean agua para su uso,

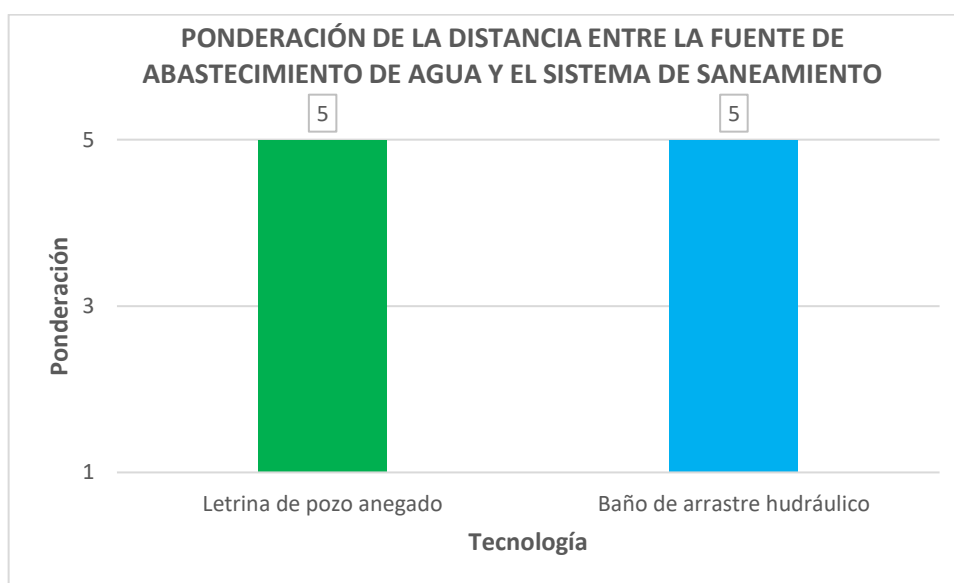
sin embargo, este recurso es distribuido a la comunidad en función de la disponibilidad de este en los reservorios, siendo su principal destino para el consumo humano y en otras ocasiones fluye libremente a través de zanjas y vegetación desaprovechando el recurso por falta de una red de distribución de agua acertada; por tal motivo resulta dificultoso que se destine este recurso para las alternativas de saneamiento.

## 4.2 Análisis de resultados

### 4.8.1 Factores Técnicos

#### 4.8.1.1 *Distancia entre la fuente de abastecimiento de agua y el sistema de saneamiento*

La evaluación obtenida de este criterio para la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico en ambos casos es de 5 como se expone en la Figura 21, es decir, la máxima calificación, por lo que la construcción de estas alternativas no compromete la inocuidad del recurso agua y por ende la salud de los habitantes de la comunidad.



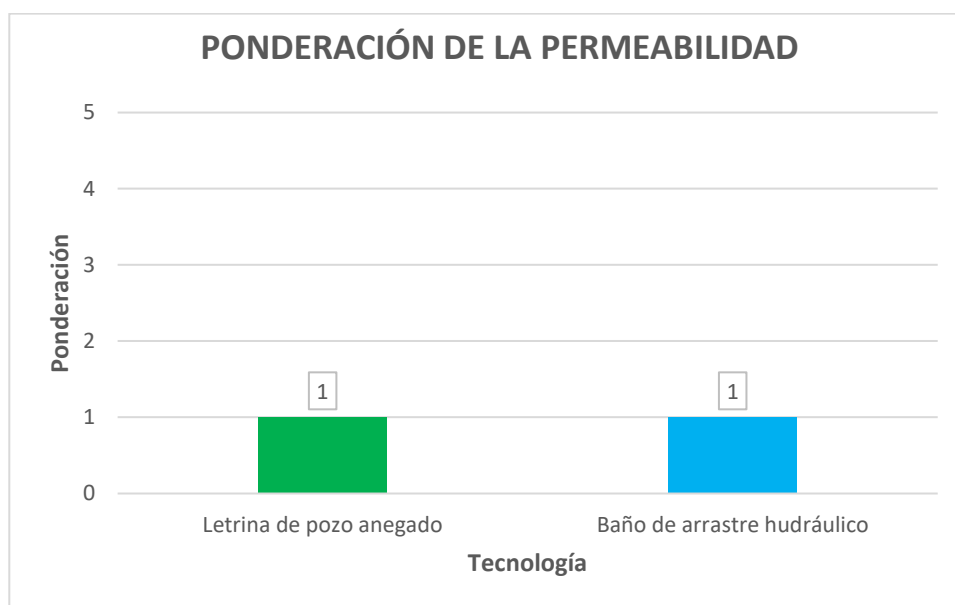
**Figura 21.** Calificación designada para el criterio de la distancia entre la fuente de abastecimiento de agua y el sistema de saneamiento de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

#### 4.8.1.2 *Permeabilidad del suelo*

El coeficiente de permeabilidad “k” bibliográfico para la letrina de pozo anegado y para el baño de arrastre hidráulico tienen un valor de  $k = 1 \times 10^{-3}$  a  $1 \times 10^{-5}$ , valores que se encontraron fuera del rango definido en laboratorio

para el suelo de la comunidad, que fue de  $k = 10^{-5} - 10^{-6}$ , por lo que su puntuación fue de 1 para las 2 tecnologías evaluadas, como se puede observar en la Figura 22.



**Figura 22.** Calificación designada para el criterio permeabilidad de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

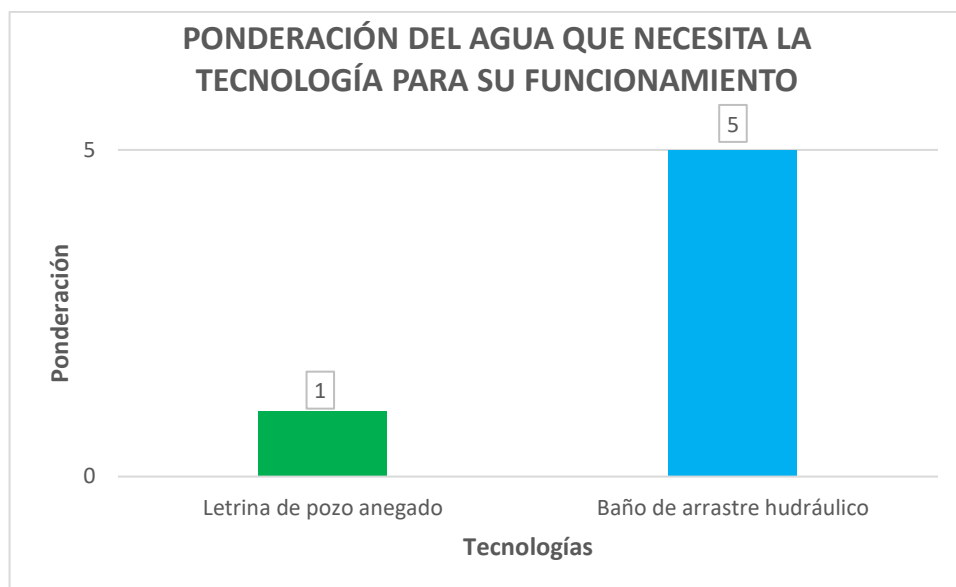
**Elaborado por:** Quilumba,2022

El suelo de la comunidad presenta características de un suelo limoso que dificulta la infiltración de las aguas residuales derivadas de las unidades de saneamiento, es decir, es poco permeable, por lo que el drenaje de las aguas residuales contenidas en los pozos de percolación tardará en infiltrarse por las capas del suelo, por lo que no cumple con los requerimientos para la instalación de las alternativas propuestas.

#### **4.8.1.3 Agua que necesita la tecnología para su funcionamiento**

En este indicador la letrina de pozo anegado califico con un valor de 1 dado que emplea 3 litros en cada uso y 1000 litros previamente llenados en el pozo para su funcionamiento, siendo mayor al rango definido de 5 litros, por otra parte, para el baño de arrastre hidráulico su puntuación fue de 5, debido a que en cada descarga emplea de 2 a 5 litros valor que coincide con el volumen de agua que la comunidad utiliza, como se visualiza en la Figura 23.





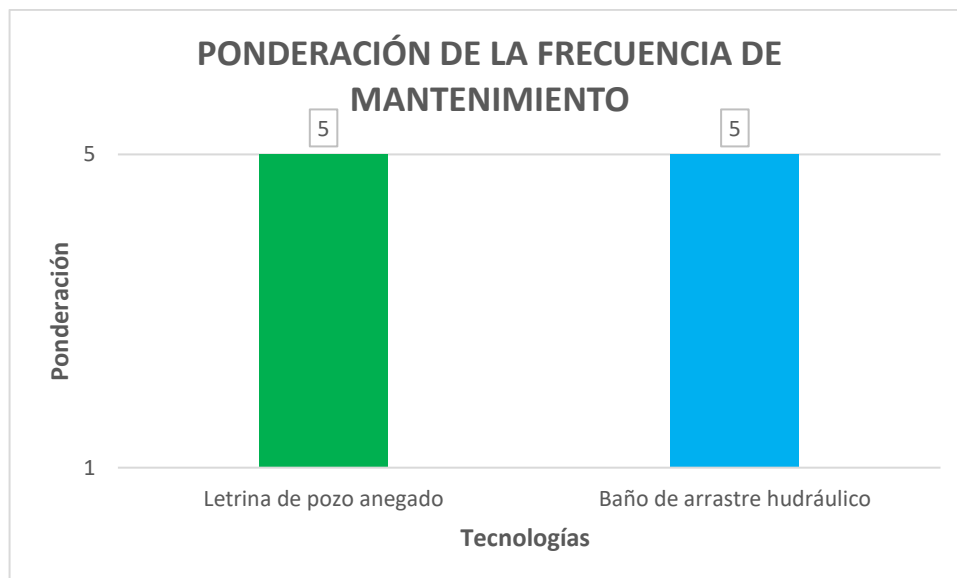
**Figura 23.** Calificación designada para el criterio abastecimiento de agua de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

La tecnología baño de arrastre hidráulico requieren cantidades de agua que coinciden con lo que la comunidad utiliza para el arrastre de material fecal por lo que el funcionamiento de esta unidad es posible, no obstante, para el caso de la letrina de pozo anegado se requiere un gran volumen de agua que la comunidad no dispone, por lo tanto, no es posible el funcionamiento de esta alternativa de saneamiento.

#### **4.8.1.4 Frecuencia de Mantenimiento**

La frecuencia de mantenimiento tanto la letrina de pozo anegado como para el baño de arrastre hidráulico es de 4 días/año para actividades que involucran labores de reparación de averías, fisuras, obstrucción, cambio de tuberías, limpieza de la caseta y el sistema de ventilación, que al compararlo con el criterio de evaluación de 7 días/año es menor, por lo que obtuvieron la máxima puntuación que es 5 como se detalla en la Figura 24.



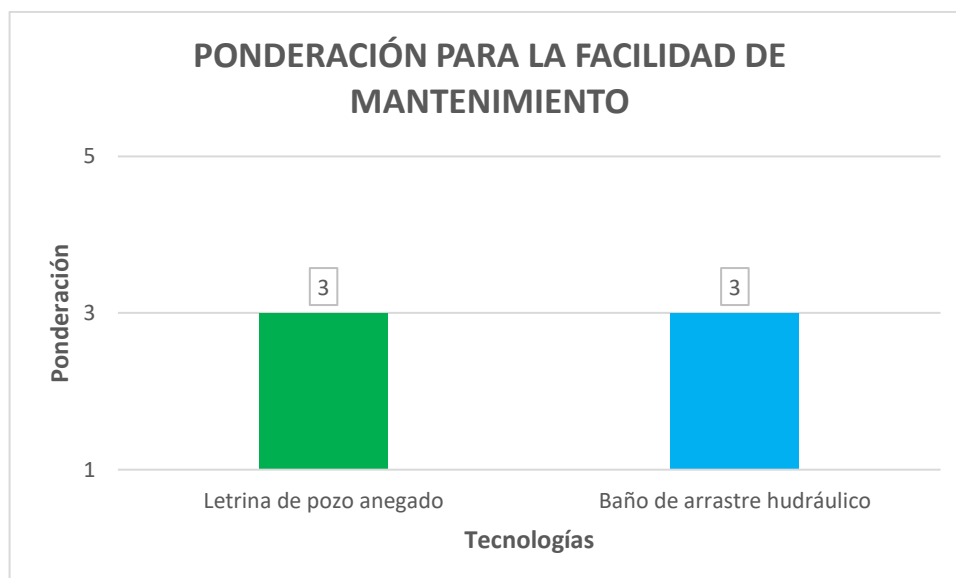
**Figura 24.** Calificación designada para el criterio frecuencia de mantenimiento de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

Debido a que las familias de la comunidad de San Rafael han determinado destinar al menos 7 días/año para actividades de mantenimiento, las dos alternativas propuestas cuentan con el tiempo necesario, para que en caso de ser necesario el usuario pueda realizar inspecciones y posibles reparaciones de las tecnologías.

#### **4.8.1.5 Facilidad de Mantenimiento**

La calificación de este criterio se obtuvo que para la letrina de pozo anegado fue de 3.66 y para el baño de arrastre hidráulico la valoración de la dificultad fue de 3, siendo en los dos casos moderada por lo que se le asignó el valor de 3, como se observa en la Figura 25.



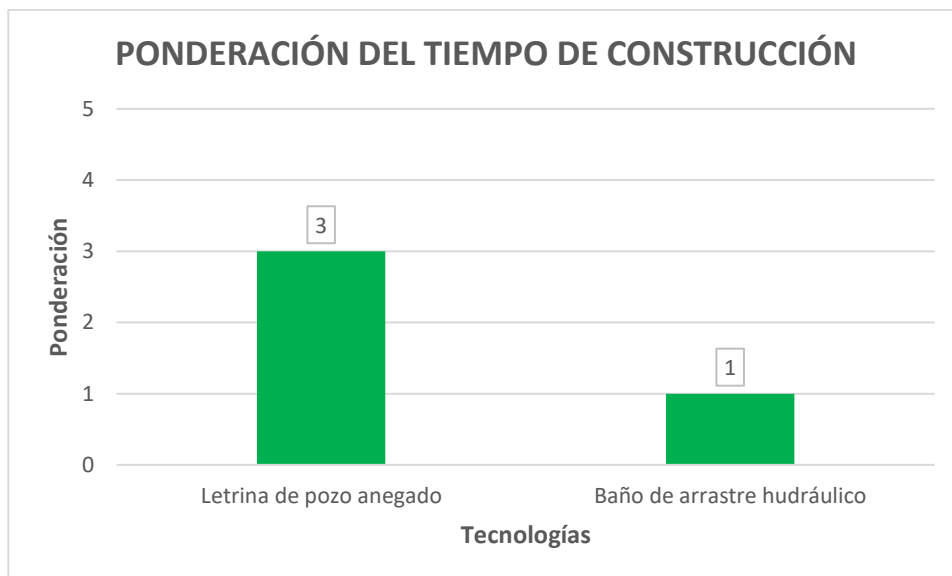
**Figura 25.** Calificación designada para el criterio facilidad de mantenimiento de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

Para la letrina de pozo anegado se necesita llevar a cabo actividades de limpieza rutinarias y la revisión de la guía de diseño, por otro lado, para el baño de arrastre hidráulico a más de realizar las actividades de limpieza cotidiana, en caso de ser necesario se requiere la contratación de servicios de plomería. Las actividades que involucran la facilidad de mantenimiento de la letrina de pozo anegado pueden ser realizadas por el usuario, mientras que en el caso del baño de arrastre hidráulico es necesario la experticia de una persona que brinde estos servicios o salvo el caso de que el usuario tenga estos conocimientos.

#### **4.8.1.6 Tiempo de construcción**

La ponderación del tiempo de construcción se encuentra en la Figura 26, así la puntuación fijada para la tecnología letrina de pozo anegado es de 3, debido a que el tiempo de construcción es adecuado pues requiere 2 semanas para su montaje en relación al tiempo que las familias de la comunidad destinarían que es de 0 a 1 semana; con respecto al baño de arrastre hidráulico su calificación fue de 1, debido a que el tiempo es elevado puesto que requiere de 3 semanas para su construcción en comparación con la disposición de tiempo de las familias de 0 a 1 semana para la supervisión de la construcción.



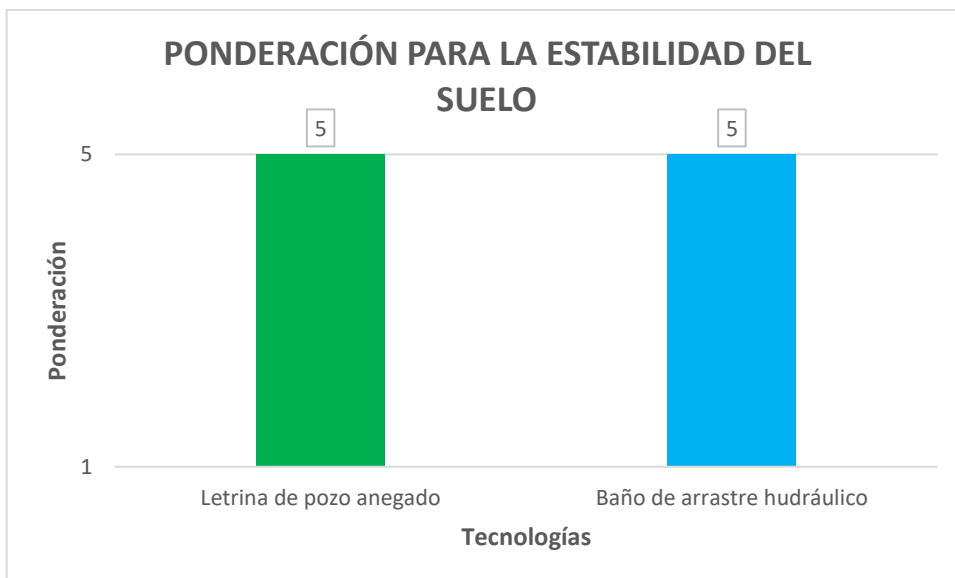
**Figura 26.** Calificación designada para el criterio del tiempo de construcción de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

Puesto que la magnitud de las infraestructuras letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico es extensa se demanda un mayor tiempo de construcción, que no logra corresponder la disposición de tiempo de la comunidad, por lo que para la construcción de estas tecnologías es necesario que las familias destinen un mayor tiempo, caso contrario no se podrán poner en marcha.

#### **4.8.1.7 Estabilidad del suelo**

La estabilidad del suelo se ha obtenido que para la tecnología letrina de pozo anegado la capacidad de carga es de  $0.27 \text{ t/m}^2$  y para el baño de arrastre hidráulico la capacidad de carga es de  $0.21 \text{ t/m}^2$  los valores resultantes al confrontarlo con el valor experimental fue inferior para ambos casos y alcanzaron la máxima calificación por lo que es factible la construcción de las unidades de saneamiento, como se aprecia en la Figura 27. Se evidencia que el suelo puede resistir el sometimiento de carga de las unidades de saneamiento, por lo que se pueden construir las alternativas propuestas sin ningún impedimento concediéndoles solidez en el tiempo.

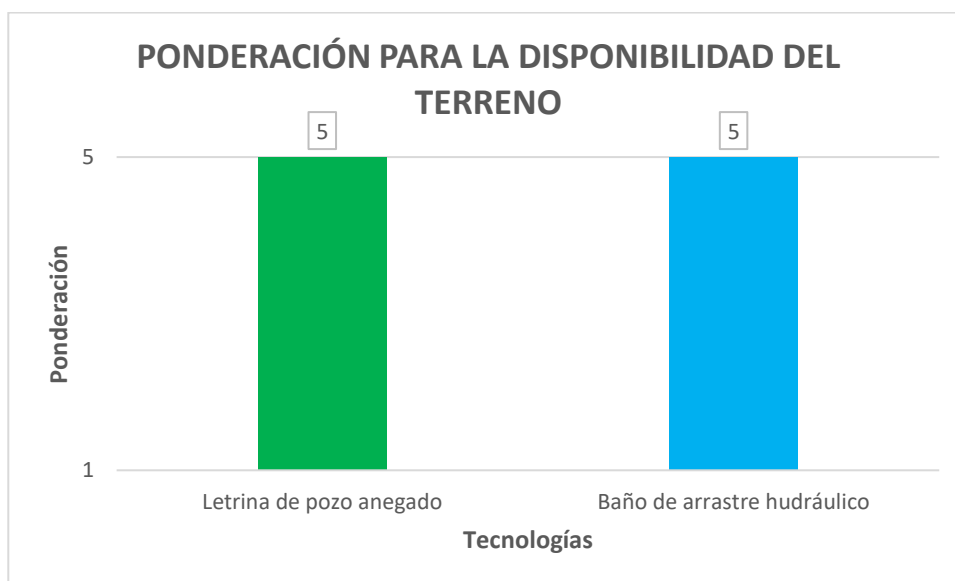


**Figura 27.** Calificación designada para el criterio estabilidad del suelo de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba, 2022

#### 4.8.1.8 Disponibilidad del terreno

La unidad letrina de pozo anegado requiere de 3 m<sup>2</sup> para su construcción, por otra parte, para el baño de arrastre hidráulico se necesita de 5 m<sup>2</sup>, por consiguiente, alcanzaron la máxima categorización en relación a la disponibilidad de terreno por parte de las familias de la comunidad que se encuentra en el rango de 3 m<sup>2</sup> a 5 m<sup>2</sup>, como se observa en la Figura 28. Los habitantes de la comunidad no tienen objeción en destinar un área de su predio para instalar las alternativas de saneamiento.



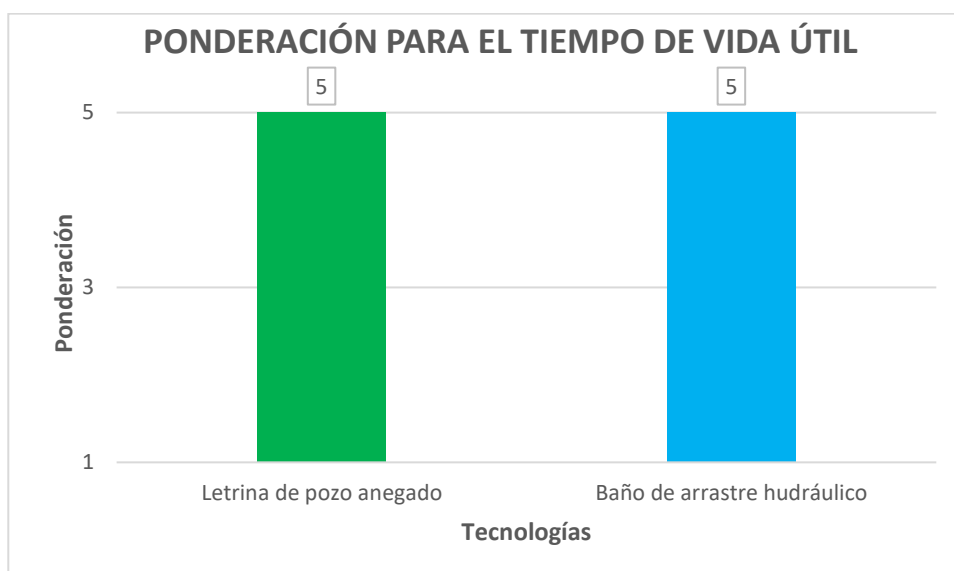
**Figura 28.** Calificación designada para el criterio disponibilidad del terreno de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

El área de 3 m<sup>2</sup> a 5 m<sup>2</sup> es propicia para la construcción de las tecnologías de arrastre de agua: letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico, por lo que es factible su construcción.

#### **4.8.1.9 Tiempo de vida útil de la tecnología**

El tiempo de vida útil diseñado para las tecnologías letrina de pozo anegado es de 15 años, mientras que para el baño de arrastre hidráulico su vida útil es de 20 años al compararla con el criterio de evaluación óptimo de mayor a 10 años, alcanzaron la máxima calificación como se ilustra en la Figura 29. Es oportuno que las alternativas tengan una alta durabilidad en el tiempo, por lo que resultan más atractivas para los usuarios.



**Figura 29.** Calificación designada para el criterio tiempo de vida útil de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

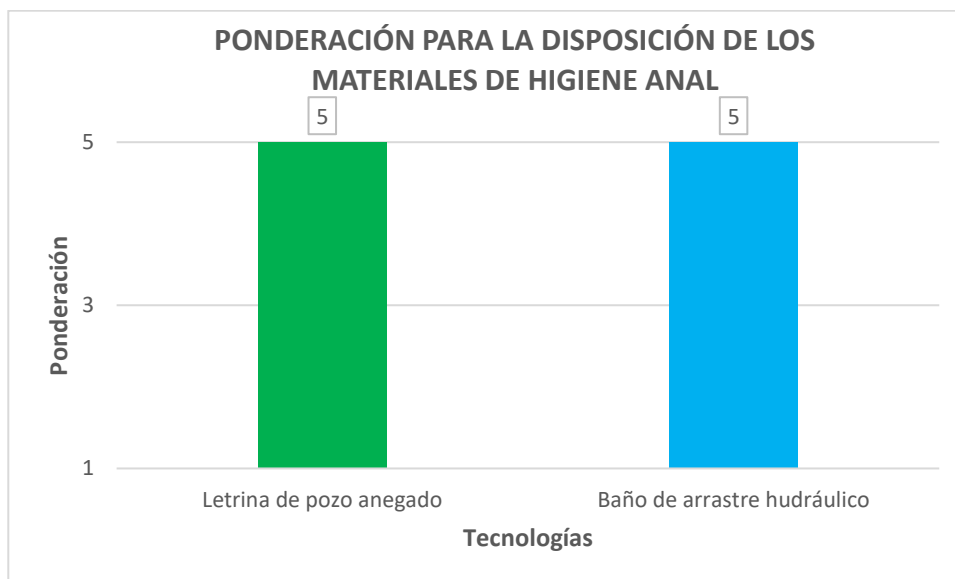
**Elaborado por:** Quilumba,2022

## **4.8.2 Factores Sociales**

### **4.8.2.1 Disposición de materiales de higiene anal**

El destino de los materiales de higiene anal influye en la durabilidad de cada tecnología y de manera particular para cada una de ellas, así en la tecnología letrina de pozo anegado lo adecuado es destinar el papel higiénico fuera de la tecnología, así mismo para el baño de arrastre hidráulico es pertinente depositarlos afuera de la unidad de saneamiento para evitar

posibles daños en la estructura. En la encuesta ejecutada la población de la comunidad “San Rafael” coloca los materiales de higiene anal en el exterior para quemarlos o enterrarlos, por lo que favorece a las dos tecnologías antes mencionadas alcanzando la más alta ponderación, como se señala en la Figura 30.

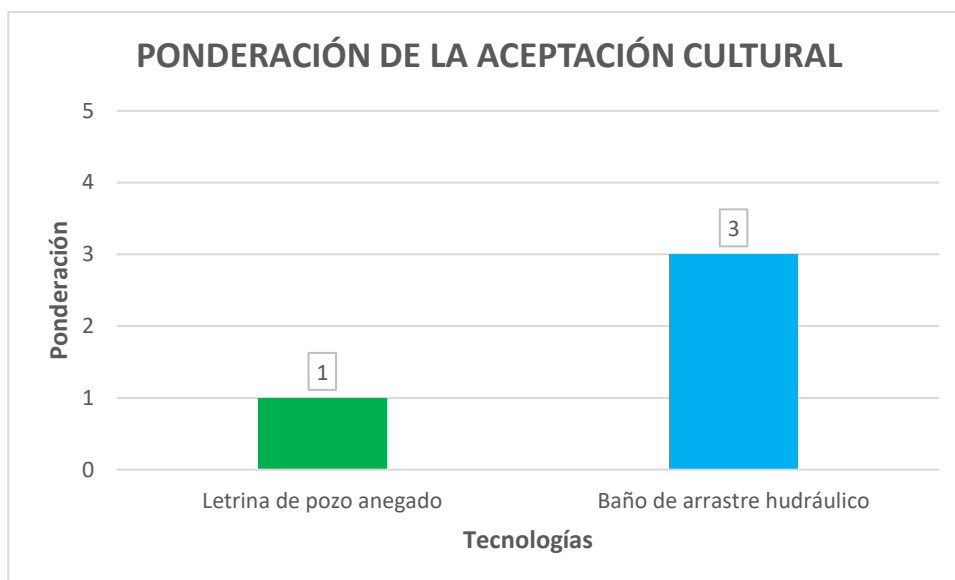


**Figura 30.** Calificación designada para el criterio disposición de materiales de limpieza anal de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

#### **4.8.2.2 Aceptación cultural**

La Letrina de pozo anegado alcanzó una deficiente aceptación cultural valorada con 1 que corresponde al 41.2% de las familias encuestas, mientras tanto, el baño de arrastre hidráulico fue catalogado con una adecuada aceptación valorado en 3 que corresponde al 35.3%, los resultados de la evaluación se muestran en la Figura 31.



**Figura 31.** Calificación designada para el criterio aceptación cultural de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

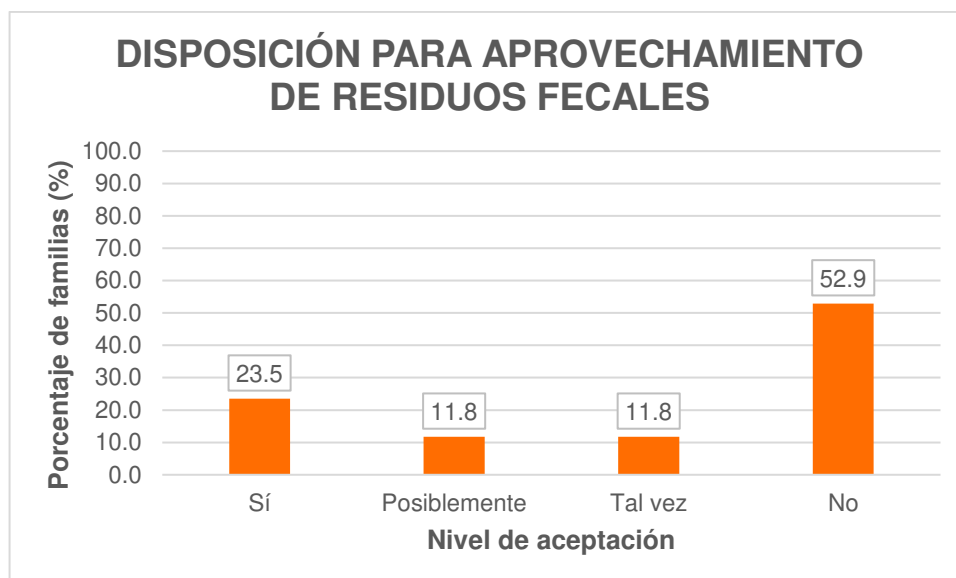
La construcción del baño de arrastre hidráulico resulta atractiva porque brinda condiciones similares que se adaptan a los sistemas de saneamiento de la urbe, por otra parte, la letrina de pozo anegado no brinda estas condiciones, es decir, su aceptación es reacia.

### 4.8.3 Factores Ambientales

#### 4.8.3.1 Aprovechamiento de residuos fecales

La utilización de los desechos fecales no es posible tanto para la letrina de pozo anegado como para el baño de arrastre hidráulico, porque la evacuación de los desechos fisiológicos se realiza mediante la contratación del servicio de un tanquero que se encarga del manejo seguro y la disposición final de los residuos por ello calificaron con 0, pese a ello en la encuesta realizada se indagó sobre el interés en aprovechar estos residuos, de manera que se puso en manifiesto que más de la mitad de las familias encuestadas correspondiente al 52.9% no está de acuerdo en aprovechar estos residuos que les puede ser útil en la actividad predominante en la comunidad que es la agricultura, los valores del nivel de aceptación se puede observar en la Figura 32.





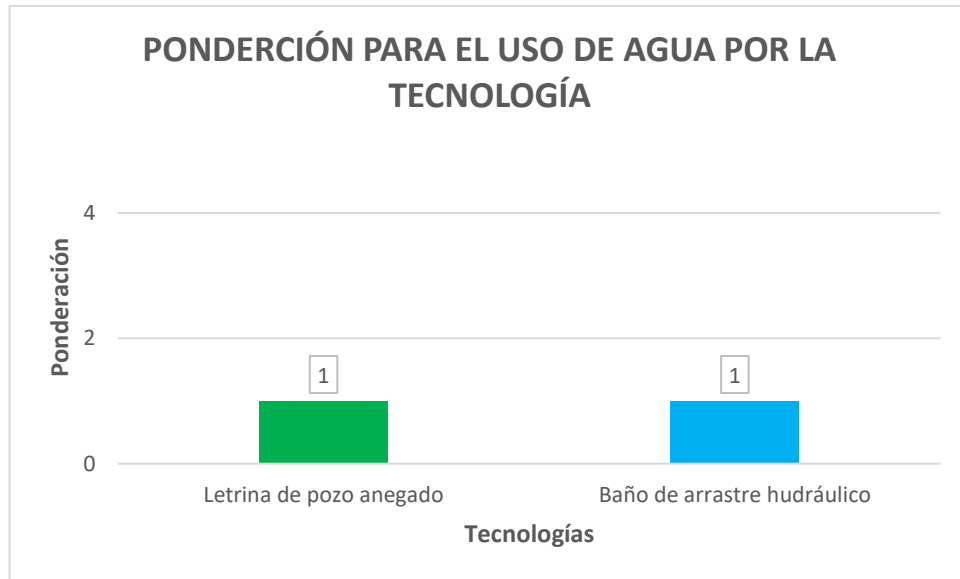
**Figura 32.** Calificación designada para la disposición de aprovechamiento de residuos fecales procedentes de la letrina de pozo anegado y del baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

Se concluye que de construirse la letrina de pozo anegado y el baño de arrastre hidráulico no se podrán aprovechar los residuos fecales como fertilizante o abono.

#### **4.8.3.2 Uso de agua por la tecnología**

Tanto la tecnología letrina de pozo anegado como el baño de arrastre hidráulico utilizan agua para su funcionamiento por lo que se les otorgo la menor calificación, es decir, 1 puesto que en términos ambientales la mejor opción es aquella que consuma la menor cantidad de agua para el funcionamiento. Por consiguiente, el agua debe ser un recurso conservado por su importancia para el desenvolvimiento del ser humano, aún más en localidades donde su acceso depende de la disposición de sistemas de tubería y su contaminación implica riesgos para la salud de las personas y del medio natural. La Figura 33, muestra que la evaluación para las dos tecnologías es la mínima debido a que consumen agua.

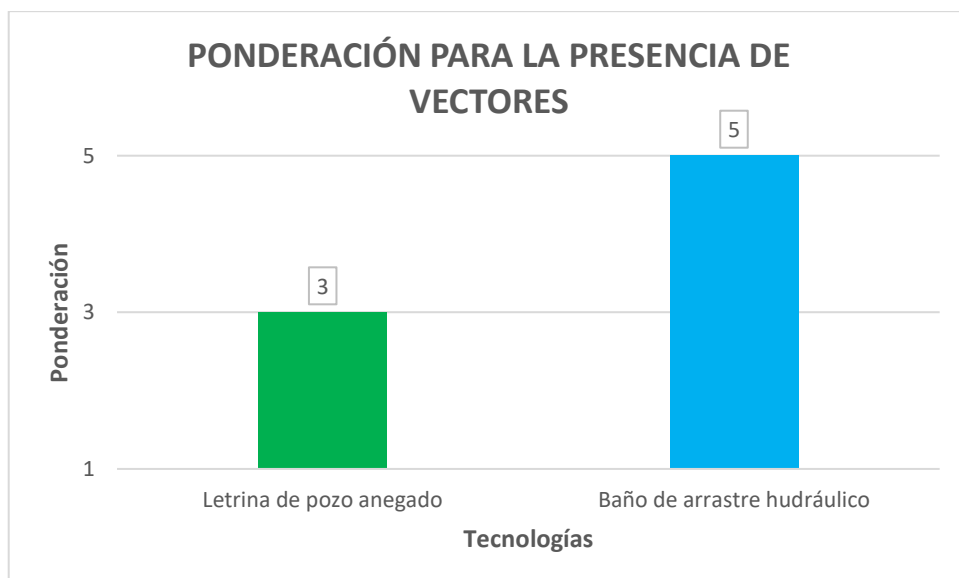


**Figura 33.** Calificación designada para el criterio “agua utilizada en cada descarga por la tecnología” de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

#### 4.8.3.3 Presencia de vectores

En la Figura 34, se describe que para la letrina de pozo anegado la presencia de vectores es promedio, porque a pesar de contar con un tubo de descarga para el desecho fecal que forma un sello hidráulico al estar sumergido en el agua del pozo que se encuentra debajo de la letrina, el nivel de inmersión del tubo de descarga puede variar propiciando la proliferación de mosquitos, mientras que para el baño de arrastre hidráulico no existe presencia de vectores gracias a que se encuentra dotado de un aparato sanitario que forma permanentemente el sello hidráulico.



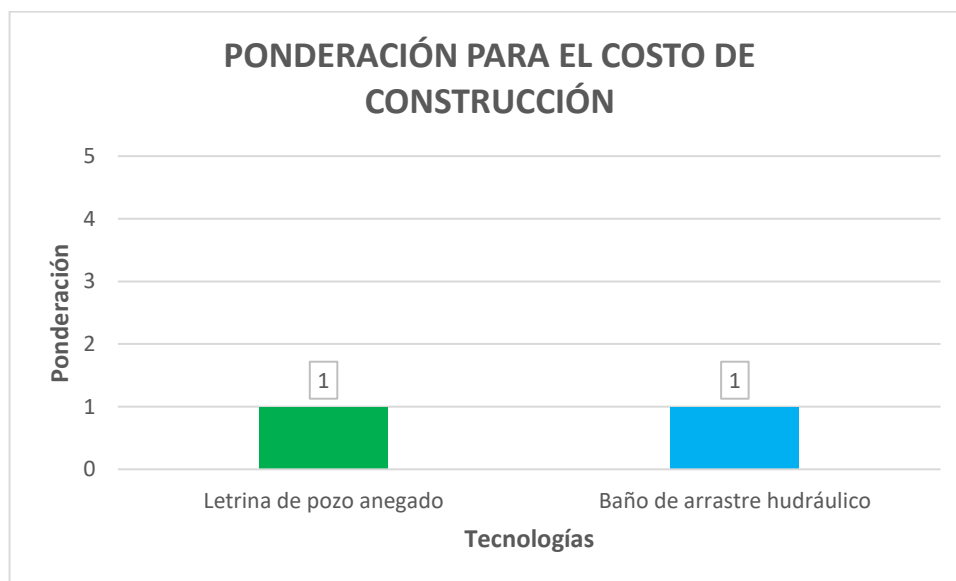
**Figura 34.** Calificación designada para el criterio “presencia de vectores” de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

#### 4.8.4 Factores Económicos

##### 4.8.4.1 Costos de construcción: material y mano de obra

Los costos resultantes de la tecnología letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico fueron altos con \$1899.31 y \$2304.62 respectivamente con relación al ingreso mensual que perciben los habitantes de la comunidad San Rafael que es menor a \$425 por lo que alcanzaron la más baja calificación como se indica en la Figura 35. La factibilidad de instaurar estas alternativas se convierte en un obstáculo por el factor económico, sin embargo, queda a disposición la búsqueda de financiamiento.

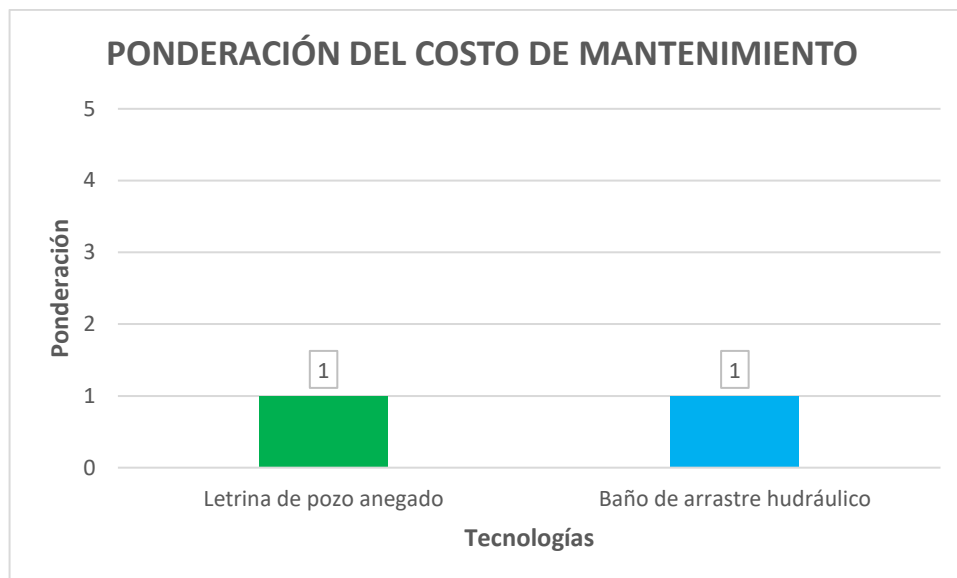


**Figura 35.** Calificación designada para el criterio “costos de construcción: material y mano de obra” de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

##### 4.8.4.2 Costos de mantenimiento de la infraestructura

Los costos de mantenimiento de la infraestructura de la letrina de pozo anegado son de \$35/año y para el baño de arrastre hidráulico de \$46/año, estos valores son superiores en relación al criterio de evaluación definido por la comunidad que va de \$20/año a \$30/año, obteniendo la mínima valoración para las dos alternativas de saneamiento, como se establece en la Figura 36.



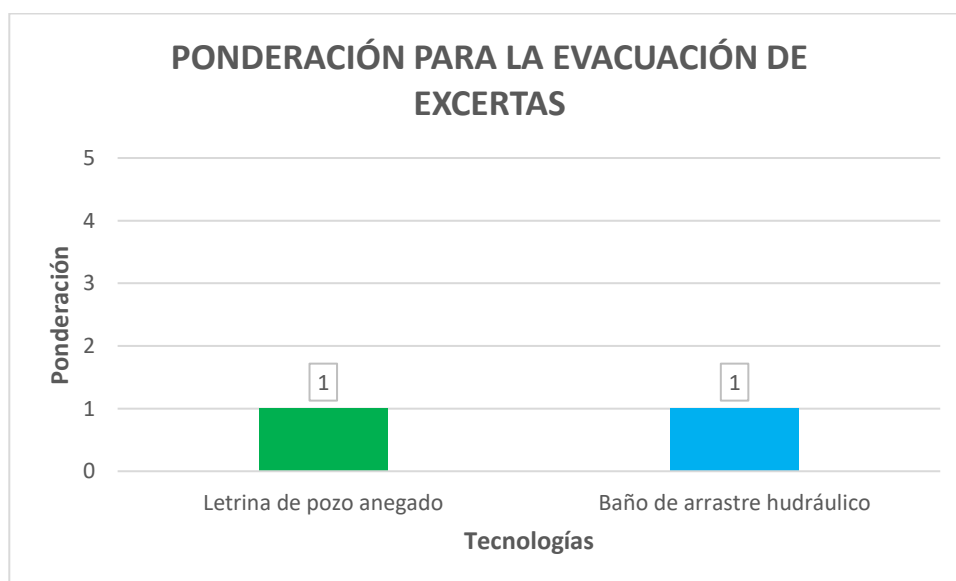
**Figura 36.** Calificación designada para el criterio “costos de mantenimiento” de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba, 2022

Los costos de mantenimiento de estas tecnologías de saneamiento no pueden ser cubiertos por las familias de la comunidad de San Rafael.

#### 4.8.4.3 Costos de evacuación de residuos fecales

Las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico necesitan del servicio de un tanquero para la extracción de lodos que comprometen al usuario a costearlos, por esta razón la calificación asignada fue la mínima, es decir, de 1 en contraste con aquellas que no requieren la evacuación de residuos fecales, como se evidencia en la Figura 37.



**Figura 37.** Calificación designada para el criterio “costos de evacuación de excretas” de la letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico

**Elaborado por:** Quilumba,2022

## 4.9 Conclusiones

- Se concluye que la evaluación de los factores técnicos para la tecnología letrina de pozo anegado fue de 29.33% sobre 40% y para el baño de arrastre hidráulico fue de 31.11% sobre 40%, debido a que la ponderación más baja se le asignó al criterio de permeabilidad puesto que el tipo del suelo para implementar estas tecnologías es de tipo arena, limos arenosos, es decir, que sean permeables y el suelo de la comunidad de San Rafael es de tipo limoso es decir sus propiedades de drenaje son malas lo que dificulta la infiltración de las aguas residuales contenidas en los pozos de percolación; esta característica impide la contaminación de aguas subterráneas, sin embargo, se puede crear escenarios donde el agua residual rebose y se desborde comprometiendo cuerpos de agua superficiales. Otro criterio que recibió la más baja calificación es el agua que necesita la tecnología para su funcionamiento, dado que las dos alternativas propuestas demandan de cantidades específicas de agua siendo mayor la cantidad de agua para la letrina de pozo anegado con 1003 litros y para el baño de arrastre hidráulico de 5 litros. La facilidad de mantenimiento también obtuvo una baja calificación pues las dos unidades de saneamiento requieren la contratación de servicios que permitan el funcionamiento adecuado de las estructuras. Finalmente, el tiempo de construcción de las unidades de saneamiento es extenso por la magnitud de las estructuras que conforman cada tecnología.
- Tras el análisis de los factores sociales de la matriz de decisión, se ha determinado que la letrina de pozo anegado ha alcanzado una puntuación de 9% sobre 15% y el baño de arrastre hidráulico se ha evaluado con 12% sobre 15%, teniendo como más baja ponderación el criterio de la aceptación cultural, para el caso de la letrina de pozo anegado su aceptación fue deficiente mientras que para el baño de arrastre hidráulico se aceptación fue adecuada, es decir hay una mayor aceptación para esta última alternativa debido a que las poblaciones del contexto rural anhelan contar con las condiciones de saneamiento que cuenta la ciudad.
- En síntesis, a partir de la evaluación de los factores ambientales, se distingue que la letrina de pozo anegado ha obtenido la puntuación de 7% sobre 15%, en tanto, el baño de arrastre hidráulico ha puntuado con 9% sobre 15%, puesto que el criterio de más baja puntuación es el uso de agua por la tecnología, ya que resulta ambientalmente perjudicial porque se afecta al recurso agua en las dos tecnologías propuestas. Adicionalmente el criterio aprovechamiento de residuos fecales no se realiza en ninguna de las unidades de saneamiento pues estos desechos son gestionados por un tanquero que se encarga de la evacuación y la disposición final

de los mismos; es importante mencionar que en caso de darse el aprovechamiento el 52.9% de las familias no están dispuestas a aprovechar estos residuos. Por último, el criterio de presencia de vectores es baja para la letrina de pozo anegado ya que su implementación atrae la presencia de mosquitos.

- En resumen, los resultados de la evaluación de todos los criterios económicos alcanzaron la puntuación más baja que corresponde al 6% sobre 30%, tanto para la letrina de pozo anegado como para la tecnología de baño de arrastre hidráulico, en vista de que los costos de construcción son sumamente elevados de 4.5 veces un salario básico unificado para la letrina de pozo anegado y de 5 veces para el baño de arrastre hidráulico; Es importante aclarar que estas tarifas se han considerado para el montaje en obra gris y para el funcionamiento integral de las unidades de saneamiento, es decir, que cuentan con una caseta, en el caso del baño de arrastre hidráulico un aparto sanitario, pozos de acumulación de excretas y pozos para el tratamiento de los efluentes procedentes de las excretas. Los costos de mantenimiento de la infraestructura superan el valor que la comunidad ha establecido destinar para estas actividades, el mantenimiento no es sencillo por lo que requiere la contratación de servicios. Los costos de evacuación de residuos fecales son altos porque se requiere pagar por el servicio de tanquero para la disposición final de estos desechos fisiológicos que superan los ingresos económicos mensuales de la población que son inferiores al salario básico unificado del país definido para enero de 2022, que es de USD \$425, debido a que la procedencia de sus ingresos es de la agricultura por lo que resulta económicamente inviable la implementación aunque se cuente con el apoyo financiero de entidades; la evacuación de residuos fecales para la letrina de pozo anegado se realizará cada 5 veces en 15 años de vida útil, por otro lado el la evacuación de residuos fecales del baño de arrastre hidráulico se realizará 2 veces en 20 años de vida útil de dos pozos de acumulación.
- Se concluye que, la letrina de pozo anegado ha alcanzado una puntuación total de 51.33% y el baño de arrastre hidráulico una calificación total de 58.11%, por lo tanto, no son sistemas de saneamiento apropiados para instaurarse en la comunidad de San Rafael-Checa, dado que son unidades que requieren de agua para su funcionamiento y este recurso es restringido, por lo que resulta improcedente la implementación de las unidades de saneamiento propuestas para esta localidad.
- Se ha elaborado la guía de diseño de las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico a nivel unifamiliar propuesta para la comunidad San Rafael-Checa, que proporciona información esencial para la construcción, el mantenimiento y la evacuación de excretas de cada una de las unidades de saneamiento ya

mencionadas, la guía es de fácil comprensión constituyéndose en una capacitación personalizada para el usuario.



## 4.10 Recomendaciones

- Se sugiere considerar las guías de diseño para las tecnologías letrina de pozo anegado y baño de arrastre hidráulico como punto de partida para posibles estudios a futuro que permitan mejorar la calidad de vida de los habitantes de San Rafael.
- Se recomienda a las autoridades del GAD de Checa que intervenga con inversión a proyectos que suplan las necesidades de saneamiento de la comunidad de San Rafael, como las tecnologías no convencionales de saneamiento en coordinación con los dirigentes de la comunidad.
- Se sugiere el análisis de proyectos vinculados al aprovechamiento de los lodos fecales generados por las unidades de saneamiento, con el fin de utilizarlos como abono o fertilizante en los cultivos de los habitantes de la comunidad.
- Se sugiere desarrollar un estudio sobre el manejo del recurso agua para la dotación de servicios en la comunidad, así como la cantidad de agua que ingresa a cada domicilio, pues en campo se verificó que mientras en algunos hogares el acceso es limitado, la conducción de agua a canal abierto desperdicia el recurso.
- Es importante considerar que la cotización de los costos de materiales, mano de obra, mantenimiento y evacuación de excretas pueden variar e inclusive ser menores si encuentran cercanos a la comunidad San Rafael.
- Se recomienda que el desarrollo de la encuesta sea de manera cordial, explicando a la comunidad en términos que las personas puedan comprender, para evitar interferir con sus elecciones y los resultados proporcionados sean lo más cercanos a la veracidad.
- Se recomienda realizar campañas de capacitación en la comunidad sobre el manejo seguro y tratamiento de residuos fecales para aprovecharlos en la agricultura que es la principal actividad económica de los habitantes de “San Rafael”.

## 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud En Tabasco*, 11(1–2), 1–7. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>
- Almeida, D. (2021). *Propuesta de implementación de unidades básicas sanitarias y evaluación del sistema de agua potable y recolección de residuos en la Comuna 8 de Septiembre, Guangaje, Cotopaxi*. [Escuela Politécnica Nacional]. [https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21710/1/CD\\_11192.pdf](https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21710/1/CD_11192.pdf)
- Álvarez, R. (2011). *Dispositivos de tratamiento familiar de aguas residuales en el ámbito rural*. <https://es.scribd.com/document/209870451/BANOS-RURALES-ARRASTRE-HIDRAULICO-Y-TANQUE-SEPTICO>
- Angelone, S., Garibay, M., & Cahuapé Marina. (2006). *Permeabilidad de Suelos*. [https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Permeabilidad en Suelos.pdf](https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Permeabilidad%20en%20Suelos.pdf)
- Antúnez, B. (2019). *Manual de construcción y mantenimiento de letrinas | Publicaciones*. [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Manual\\_de\\_construcción\\_y\\_mantenimiento\\_de\\_letrinas\\_es\\_es.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Manual_de_construcción_y_mantenimiento_de_letrinas_es_es.pdf)
- Banco Mundial. (2017). *Saneamiento: Panorama general*. <https://www.bancomundial.org/es/topic/sanitation#3>
- Bravo, C. (2022). *Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro para la comuna de San Rafael-Checa, cantón Quito, provincia de Pichincha* [Escuela Politécnica Nacional]. [https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/22454/1/CD\\_11939.pdf](https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/22454/1/CD_11939.pdf)
- Caicedo, A. (2012). *Evaluación de una tecnología individual para manejo de excretas y aguas grises en los corregimientos de Cañutico y San Francisco en el Departamento del Cauca*. [recurso electrónico] [Universidad del Valle]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/4154?locale-attribute=en>
- CARE;, & AVINA. (2012). *Sistemas de saneamiento ambiental*. [http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/sistemas\\_de\\_saneamiento\\_ambiental.pdf](http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/sistemas_de_saneamiento_ambiental.pdf)
- Carrasco Mantilla, W. (2016). Estado del arte del agua y saneamiento rural en Colombia. *Revista de Ingeniería*, 44, 46–54. <https://doi.org/10.16924/REVINGE.44.7>
- Celis, L. (2013). *Análisis de la poñítica pública de agua potable y saneamiento básico para*

- el sector rural en Colombia* [Pontificia Universidad Javeriana].  
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15314/CelisZapataLilianaPatricia2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Comisión Nacional del Agua. (2007a). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. *Comisión Nacional Del Agua*, 1–134.  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CONAGUA s.f.a. Diseño de redes de distribución de agua potable.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA_s.f.a._Diseño_de_redes_de_distribución_de_agua_potable.pdf)
- Comisión Nacional del Agua. (2007b). *Paquetes tecnológicos para el tratamiento de excretas y aguas residuales en comunidades rurales*.  
[http://www.cecodes.net/manuales/PAQUETES TECNOLÓGICOS PARA EL TRATAMIENTO DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES EN COMUNIDADES RURALES.pdf](http://www.cecodes.net/manuales/PAQUETES%20TECNOL%C3%93GICOS%20PARA%20EL%20TRATAMIENTO%20DE%20EXCRETAS%20Y%20AGUAS%20RESIDUALES%20EN%20COMUNIDADES%20RURALES.pdf)
- Fierro, J., Parra, A., & Vásquez, C. (2017). *Determinación del coeficiente de permeabilidad de las comunas 1,3 y 5 del municipio de Girardot-Cundinamarca* [Universidad Piloto de Colombia].  
[http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5643/TRABAJO FINAL.pdf?sequence=1](http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5643/TRABAJO_FINAL.pdf?sequence=1)
- Fondo para el logro de los Objetivos del Milenio (MDGF). (2010). *Guía para el capacitador/a en educación sanitaria y ahorro del agua*.  
<https://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/22.pdf>
- GAD Parroquia Rural de Checa. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Checa 2020-2023*. <https://checa.gob.ec/docu/Rendicion-cuentas-2020/PDOT-2020-Vigente.pdf>
- Gómez, K. (2014). *Estudio de la permeabilidad en suelos arenosos contaminados con aguas aceitosas en una estratificación mediante un modelo físico a escala reducida* [Universidad Católica de Colombia].  
[https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1577/1/Documento de trabajo de investigación.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1577/1/Documento%20de%20trabajo%20de%20investigaci%C3%B3n.pdf)
- Gordón, P. (2014). *Opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento en centros poblados del ámbito rural-provincia de Maynas-Loreto-2014* [Universidad Científica del Perú].  
<http://repository.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/531/GORDÓN-1-Trabajo->

Opciones.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Guibo, J. (2012). *Curso formulación y evaluación en PIP del sector saneamiento*.  
[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/capacidades/capac\\_12/noviembre/saneamiento/4\\_Evaluaci.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac_12/noviembre/saneamiento/4_Evaluaci.pdf)
- INEC. (2017, May 16). *Ecuador, pionero en medición de ODS de Agua, Saneamiento e Higiene* | <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/ecuador-pionero-en-medicion-de-ods-de-agua-saneamiento-e-higiene/>
- Leache, I. (2013). *Tecnologías apropiadas para bastecimiento de agua y saneamiento en la zona andina para poblaciones rurales y aisladas* [Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación]. <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/7524/578077.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno, J. (2019). *Estudio comparativo de las unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico con biodigestor y sanitario ecológico seco en el caserío de retambo, distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco* [Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11204>
- Noyola, A., Morgan, J. M., & Güereca, L. (2013). *Selección de Tecnologías para el Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Guía de Apoyo para Ciudades Pequeñas y Medianas*. [http://www.pronaturasur.org/web/docs/Tecnologia\\_Aguas\\_Residuales.pdf](http://www.pronaturasur.org/web/docs/Tecnologia_Aguas_Residuales.pdf)
- OMS. (2018). Guidelines On Sanitation and Health. *World Health Organization*, 1–220.  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/guidelines-on-sanitation-and-health/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/guidelines-on-sanitation-and-health/en/)
- OMS. (2019). *Guía para el saneamiento y la salud*.  
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330097/9789243514703-spa.pdf>
- OPS Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. CEPIS Asociación Servicios educativo Rurales. (2009). *Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades*.  
<https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo4.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (2005a). *Especificaciones Técnicas para el diseño de letrinas con arrastre hidráulico*.  
<http://www.ingenieroambiental.com/4014/v.pdf>

Organización Panamericana de la Salud. (2005b). *Operación y mantenimiento para letrina con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado*.

<http://www.ingenieroambiental.com/4014/150esp-om-letrinashumedas.pdf>

Organización Panamericana de la Salud. (2009). *Saneamiento rural y salud, Guía para acciones a nivel local*. OPS. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52823>

Organización Panamericana de la Salud. (2011). *Manuales de saneamiento básico para gobernaciones y municipios*.

[http://www.mdgfund.org/sites/default/files/EDG\\_MANUAL\\_Paraguay\\_Gestion municipal saneamiento basico.pdf](http://www.mdgfund.org/sites/default/files/EDG_MANUAL_Paraguay_Gestion_municipal_saneamiento_basico.pdf)

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2005). *Guía de diseño de letrina con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado*.

[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD 2005. Guía de diseño de letrinas con arrastre h.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD 2005. Guía de diseño de letrinas con arrastre h.pdf)

Patzán, J. (2009). *Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas* [Universidad de San Carlos de Guatemala].

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60832306/cimentaciones\\_en\\_taludes20191008-60565-1ouloe1-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1660949819&Signature=ItXgMcmjLiUI9aLsR-oT7aZNIW1EsLEckjIFRe~LvcmEA15m0ZaTWaSwJL2lwr6H2J3uLsoWBR3ryBOdEA6BIRDgzuc7ZQESrEApLbESjU9EK3u2KtiZLNj7HbBhzyTZYD6Cw8UqlrykMlqYQJ5ldGXQ-34cEBaOr7aJbz-lr3-kmBDilk7cb32RXeA9gNjrGAKJ0HV-BZ2ZsvBwlx~lEtfMo5vWzEIQu3xrML0i7VViKtRONF7qR~CPPRilpQR8IWR35E3peznyd9CwnUx4F9ld3JRaj17wVulvi3rQeqbF7CZwSA3UHGKNcFQX760HdCZTS2geasR3nBpBaZj7g\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60832306/cimentaciones_en_taludes20191008-60565-1ouloe1-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1660949819&Signature=ItXgMcmjLiUI9aLsR-oT7aZNIW1EsLEckjIFRe~LvcmEA15m0ZaTWaSwJL2lwr6H2J3uLsoWBR3ryBOdEA6BIRDgzuc7ZQESrEApLbESjU9EK3u2KtiZLNj7HbBhzyTZYD6Cw8UqlrykMlqYQJ5ldGXQ-34cEBaOr7aJbz-lr3-kmBDilk7cb32RXeA9gNjrGAKJ0HV-BZ2ZsvBwlx~lEtfMo5vWzEIQu3xrML0i7VViKtRONF7qR~CPPRilpQR8IWR35E3peznyd9CwnUx4F9ld3JRaj17wVulvi3rQeqbF7CZwSA3UHGKNcFQX760HdCZTS2geasR3nBpBaZj7g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Piza De la Hoz, J. J., & Pérez Vidal, A. (2019). Excreta and wastewater management in rural communities effects on public health dspace. *DSPACE Universidad Santiago de Cali*, 1–18.

[https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/3430/MANEJO DE EXCRETAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/3430/MANEJO_DE_EXCRETAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Poma, O., & Rojas, C. (2018). *Determinación del grado de sostenibilidad de las unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico con pozo séptico y con biodegestor del Distrito de Huanca-Angares - Huancavelica* [Universidad Nacional de Huancavelica].

- <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2467/TESIS-2018-ING. CIVIL-POMA LLACCTA Y ROJAS MONTAÑEZpdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pozo, M., Serrano, J. C., & Castillo, R. (2017). *Construcción metodológica de los indicadores ODS de Agua, Saneamiento e Higiene Autores: Banco Mundial JMP (OMS/UNICEF)*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2017/Indicadores ODS Agua, Saneamiento e Higiene/Metodologia\\_ASH.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2017/Indicadores ODS Agua, Saneamiento e Higiene/Metodologia_ASH.pdf)
- Quispe, & Azzariti. (1993). *Depuración de las aguas servidas disposición y eliminación de excretas en zonas rurales y urbano-marginales*. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/1906.PDF>
- Rodríguez, J. (2014). *Tratamiento anaerobio de aguas residuales*. <http://www.ingenieroambiental.com/4014/tratamiento545.pdf>
- SANBASUR. (2004). *Letrinas con arrastre hidráulico, una opción sostenible*. [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/BANCO MUNDIAL 2004. Letrinas con arrastre hidráulico.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BANCO MUNDIAL 2004. Letrinas con arrastre hidráulico.pdf)
- Sarria, J., & López, E. (2012). Desarrollo Sustentable & Construcción Sustentable - Resumen. *Arcus (Arquitectura, Construcción y Urbanismo Sostenibles)*, 2(2), 1–8. [www.fotografiaurbana.rd/fotograf](http://www.fotografiaurbana.rd/fotograf)
- Torres, M. (2013). *Tecnologías apropiadas en dotación de agua y saneamiento para comunidades rurales* [Universidad Técnica Particular de Loja]. [https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/7670/1/Torres Castro%2C Max Vicente.pdf](https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/7670/1/Torres%20Castro%20Max%20Vicente.pdf)
- Totoy, C. (n.d.). *Evaluación de alternativas para el manejo de excretas: letrina de hoyo seco ventilado y pozo séptico para la comunidad san Rafael en Checa*. [Escuela Politécnica Nacional]. Proyecto de grado
- UNICEF;, & OMS. (2020). *Estado mundial del saneamiento*. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:AINCcl0gffcJ:https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1352963/retrieve&cd=5&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- UNLP. (2019). *Estructura y estabilidad estructural del suelo*. [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42966/mod\\_resource/content/1/TEMA 6 - ESTRUCTURA Y ESTABILIDAD ESTRUCTURAL 26-3-19.pdf#:~:text=La estabilidad de la estructura,el pisoteo%2C manipulaciones mecánicas\).](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42966/mod_resource/content/1/TEMA 6 - ESTRUCTURA Y ESTABILIDAD ESTRUCTURAL 26-3-19.pdf#:~:text=La estabilidad de la estructura,el pisoteo%2C manipulaciones mecánicas).)

Vargas, K. (2014). Saneamiento ecológico en zonas rurales. *Revista de Investigación Universitaria*, 3(2), 85–94. <https://doi.org/10.17162/RIU.V3I2.525>

Yunga, D. (n.d.). *Evaluación de alternativas para el manejo de excretas: letrina compostera y biodigestor para la comunidad san Rafael en Checa* [Escuela Politécnica Nacional].  
Proyecto de grado

## **6 ANEXOS**

### **ANEXO I**

#### **SITUACIÓN ACTUAL DE LA DISPOSICIÓN DE EXCRETAS EN LA COMUNIDAD SAN RAFAEL**





Baño conectado a pozo ciego



Pozo ciego



Baño ubicado en el exterior de la vivienda

**ANEXO II**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO DE LA LETRINA DE  
POZO ANEGADO**

### **Caseta**

Esta infraestructura se ubicará en el exterior del domicilio para precautelar posible contaminación con la dotación de agua de consumo humano y cumplirá con los siguientes requisitos:

La caseta será construida de bloque, el techo tendrá una inclinación mayor al 10% con un voladizo mínimo de 0.10 m, la puerta será de madera, las especificaciones de esta estructura se han determinado en función de las consideraciones establecidas en la “Guía de diseño de letrina con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado” y se detallan en la siguiente Tabla 61 (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

**Tabla 61.** Dimensiones de la caseta de la letrina de pozo anegado.

<b>CASETA</b>	
Ancho	1.9 m
Alto	2 m
<b>PUERTA</b>	
Ancho	0.8 m
Alto	1.8 m

**Elaborado por:** Quilumba,2022

### **Piso o losa**

El material definido es de hormigón por su durabilidad, la letrina será de tipo turca, es decir, no cuenta con un aparato sanitario, únicamente posee una abertura en el piso y dos resaltes para apoyar los pies de 0.25 m de largo con 0.1 m de diámetro, un tubo de caída de 110 mm de Ø (4 pulgadas) de PVC descendiendo desde la abertura hasta entrar en contacto con el pozo lleno de agua ubicado debajo de la losa. Las dimensiones de la letrina serán de 1.2 m por 1.2 m (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

### **Ventilación del tanque séptico**

El respiradero del pozo séptico será mediante un tubo de PVC de 75 mm de diámetro (3”) localizado a 0.5 m por encima del techo para evitar incomodidad en el usuario (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

### **Pozo de percolación**

Tendrá como profundidad 2.5 m cumpliendo con el parámetro definido como mínimo 2 m y como máximo 5 m, el diámetro será de 1.5 m siendo este valor el mínimo definido. La losa del pozo tendrá una tapa de 0.6 m por cada lado (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

- Área necesaria para la infiltración

$$Ar = \frac{M}{I}, (m^2)$$

**Ecuación 9.** Área necesaria para la infiltración en el pozo de percolación.

Donde:

$M$ = Volumen diario de retención de líquido calculado para el tanque séptico, (7.5 litros/día)

$I$ = Relación para infiltración del agua residual (Ver en la Tabla 4), (20 l/m<sup>2</sup>\*día)

**Tabla 4.** Tasas recomendadas para la infiltración de lixiviados en los hoyos.

Tipo de Suelo	Tasa de Infiltración (l/m <sup>2</sup> *día)
SUELOS DE BUENA PERMEABILIDAD	
• Arena	50
• Limos arenosos, limos	30
• Limos o arcillosos porosos	20
SUELOS DE BAJA PERMEABILIDAD	
f) Limos o arcillas compactas	10

$$Ar = \frac{7.5 \frac{\text{litros}}{\text{día}}}{20 \frac{\text{litros}}{m^2 * \text{día}}}$$

$$Ar = 0.38 m^2$$

**Elaborado por:** Quilumba,2022

- g) Profundidad del fondo de la tubería procedente del tanque séptico hasta el pozo de percolación:

$$P = \frac{Ar}{\pi \times D} (m)$$

**Ecuación 10.** Profundidad de la tubería del tanque séptico en el pozo de percolación.

Donde:

$Ar$ = Área requerida para la infiltración, (0.38 m<sup>2</sup>)

$D$ = Diámetro del pozo, (1.5 m)

$$P = \frac{0.38 \text{ m}^2}{\pi * 1.5 \text{ m}}$$

$$P = 0.08 \text{ m} \approx 10 \text{ cm}$$

**Elaborado por:** Quilumba,2022

**ANEXO III**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DEL BAÑO DE  
ARARSTRE HIDRÁULICO**

### **Caseta**

La caseta se ubicará en el exterior de la vivienda, el techo tendrá una inclinación superior al 10% con un voladizo del techo de 0.10 m y cumplirá con los siguientes requerimientos:

**Tabla 62.** Dimensiones de la caseta del baño de arrastre hidráulico.

<b>CASETA</b>	
Ancho	1.9 m
Alto	2 m
<b>PUERTA</b>	
Ancho	0.8 m
Alto	1.8 m

**Elaborado por:** Quilumba,2022

El dimensionamiento se ha realizado considerando la comodidad y privacidad del usuario en base a los parámetros de la “Guía de diseño de letrina con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado”.

### **Aparato sanitario**

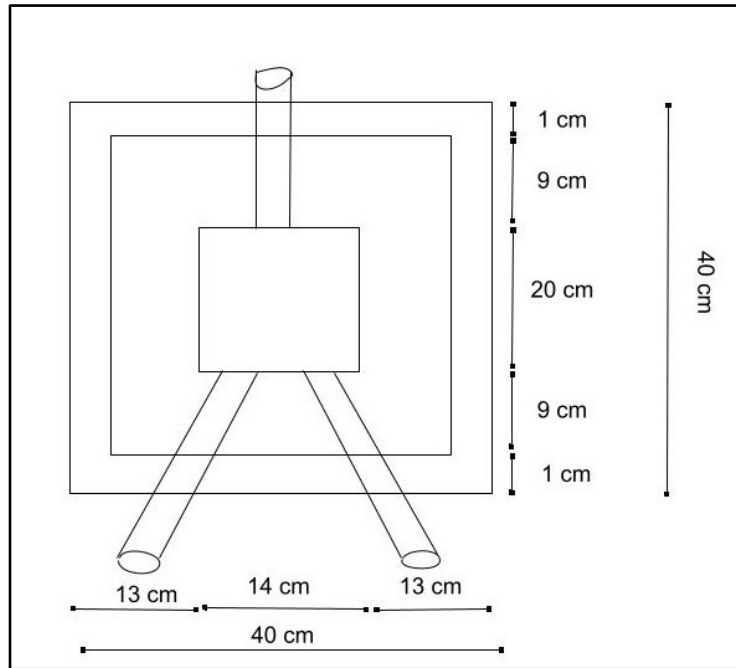
El aparato sanitario será de tipo sifón para descarga a un hoyo distante de acabado liso como los que se comercializan en el mercado, la profundidad del sello se encontrará entre 20 a 30 mm dependiendo del fabricante (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

### **Conducto**

El tubo de evacuación de las aguas residuales será de PVC DE 110 mm (4”) de diámetro y 3 m de longitud con una pendiente mínima de 3%. El tubo de ventilación será de PVC de 75 mm (3”) de diámetro y se prolongará 0.5 m por encima del techo de la caseta con un sombrero de protección (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

### **Caja repartidora**

La caja repartidora tendrá 0.40 m por cada lado con un espesor de 0.3 m, la tapa es removible, las dimensiones de la caja de registro se detallan en la siguiente Figura 38:

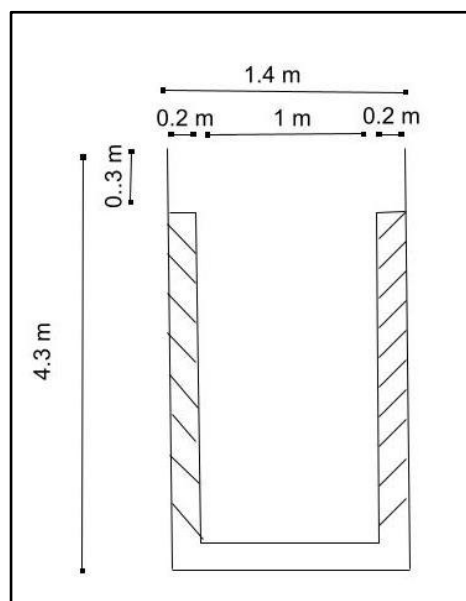


**Figura 38.** Dimensionamiento de la caja de registro del baño de arrastre hidráulico,

**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005)

### **Brocal**

Es un revestimiento interno del hoyo para otorgar estabilidad y protección del suelo, el material definido es de ladrillo, el dimensionamiento se aprecia en la Figura 39.



**Figura 39.** Dimensiones del brocal en el hoyo de acumulación,



**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005)

### **Losa**

El material de construcción de la losa de los hoyos es de concreto para soportar cargas a la que se someta la estructura y por encontrarse en lugares abiertos cubrirá todo el hoyo incluido el brocal y tendrá como espesor mínimo 0.10 m (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

### **Terraplén**

También conocida como tierra o arcilla se coloca alrededor de la tapa-losa del hoyo de manera apisonada con un ángulo de inclinación de 45° en relación con el nivel del suelo (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

### **Pozo de percolación**

Este pozo permite la filtración del agua residual en el suelo previamente, el material es de ladrillo para las paredes y el fondo de grava gruesa; la profundidad 2.5 m cumpliendo con el parámetro definido como mínimo 2 m y como máximo 5 m, el diámetro será de 1.5 m siendo este valor el mínimo definido. La losa del pozo tendrá una tapa de 0.6 m por cada lado, así se observa en la Figura 13 (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005).

- Área necesaria para la infiltración

$$Ar = \frac{M}{I} (m^2)$$

**Ecuación 11.** Área necesaria para la infiltración en el pozo de percolación.

Donde:

$M$ = Volumen diario de retención de líquido calculado para el tanque séptico, (10.5 litros/día)

$I$ = Relación para infiltración del agua residual (Tabla 5), (20 l/m<sup>2</sup>\*día)

$$Ar = \frac{10.5 \frac{\text{litros}}{\text{día}}}{20 \frac{\text{litros}}{m^2 * \text{día}}}$$

$$Ar = 0.53 m^2$$

**Elaborado por:** Quilumba,2022

- h) Profundidad del fondo de la tubería procedente del hoyo de acumulación hasta el pozo de percolación:

$$P = \frac{Ar}{\pi \times D} \text{ (m)}$$

**Ecuación 12.** Profundidad de la tubería del hoyo de acumulación hasta el pozo de percolación.

Donde:

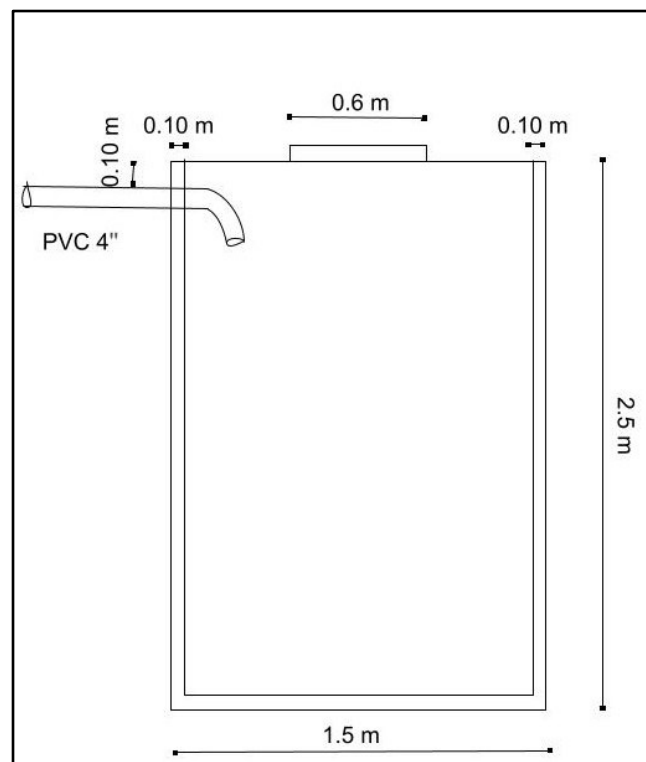
$Ar$ = Área requerida para la infiltración, (0.53 m<sup>2</sup>)

$D$ = Diámetro del pozo, (1.5 m)

$$P = \frac{0.53 \text{ m}^2}{\pi * 1.5 \text{ m}}$$

$$P = 0.11\text{m} \approx 10 \text{ cm}$$

**Elaborado por:** Quilumba,2022



**Figura 40.** Dimensiones del pozo de percolación,

**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005)

**ANEXO IV**

**GUÍA DE DISEÑO DE LA LETRINA DE POZO ANEGADO**

# GUÍA DE DISEÑO DE UNA LETRINA DE POZO ANEGADO



*Saneamiento Rural*





# Contenido

1	Descripción de la Letrina de pozo anegado	Pág 2
2	Materiales de construcción	Pág 3
3	Diseño de la Letrina de pozo anegado	Pág 4-5-6
4	Mantenimiento de la Letrina de pozo anegado	Pág 7

## Letrina de Pozo Anegado

La letrina de pozo anegado es una alternativa de manejo de excretas, que consiste en un depósito lleno de agua en el que se sumerge un tubo de caída que desciende desde el piso de la letrina y entra en contacto con el agua, el tubo que tiene una inmersión con agua del tanque entre 7.5 a 10 cm de con el fin de formar un sello hidráulico y evitar la propagación de olores; por el tubo se depositan directamente al tanque tanto heces como orina descomponiéndose anaerobiamente (*figura 1*).

### ¿Cómo esta compuesta?

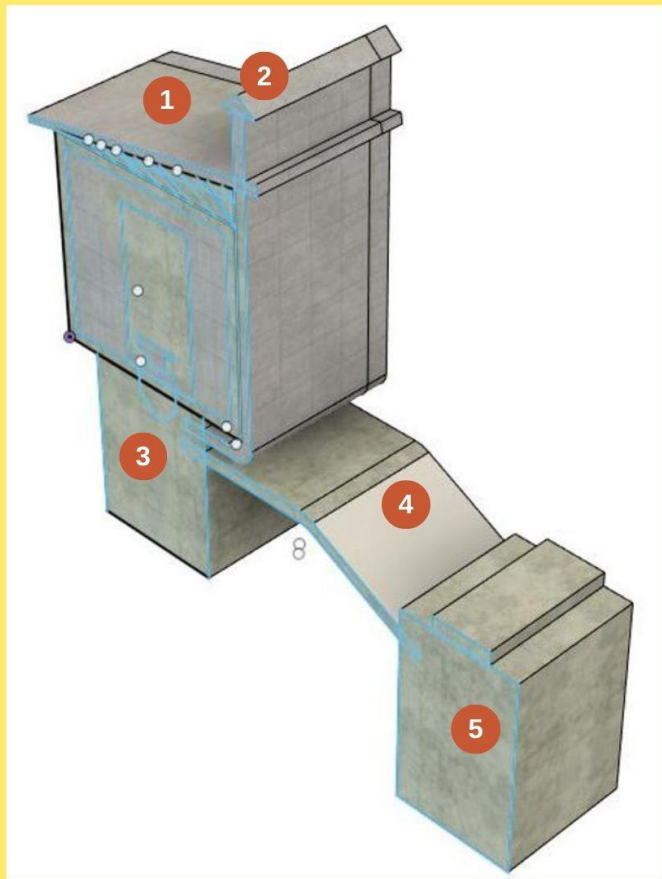


Fig. 1: Partes de la letrina de pozo anegado

1 Caseta

2 Tubo de ventilación

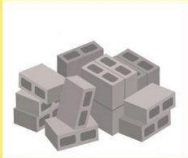
3 Cámara o pozo séptico (anegado)

4 Tubo de evacuación PVC

5 Pozo de percolación



# MATERIALES



Bloques



Lámina de zinc



Ladrillos



Puerta



Ripio



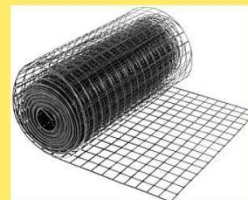
Tornillos



Tubería PVC



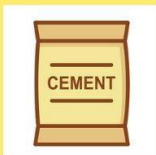
Arena



Malla Armex



Madera



Cemento



Anillo de inodoro



Bondex



## Caseta

La estructura está constituida con paredes de bloque, una cubierta de zinc, una puerta de madera; el espacio cuenta con las dimensiones detalladas en la **figura 2** para confort del usuario.

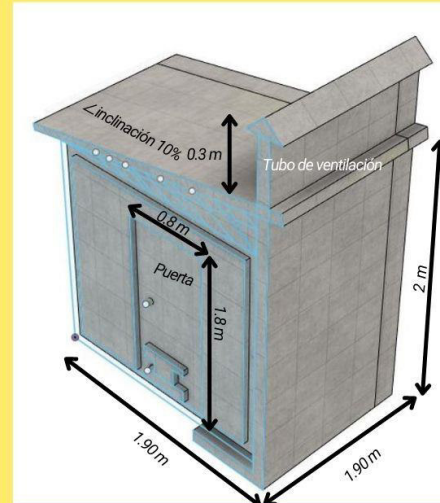


Fig. 2: Dimensiones de la Caseta

## Piso o losa

El piso es de tipo turco de hormigón con una ligera inclinación para facilitar la evacuación de excretas de este se desprende un tubo de caída de PVC  $\varnothing$  de 4" que entra en contacto con el líquido del depósito con una inmersión de 10 a 15 cm para el cierre hidráulico como se describe en la **figura 3**.

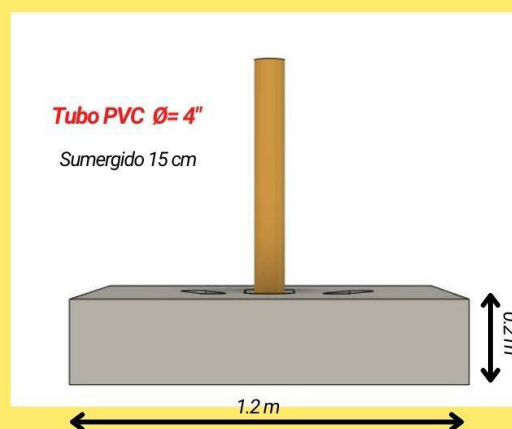
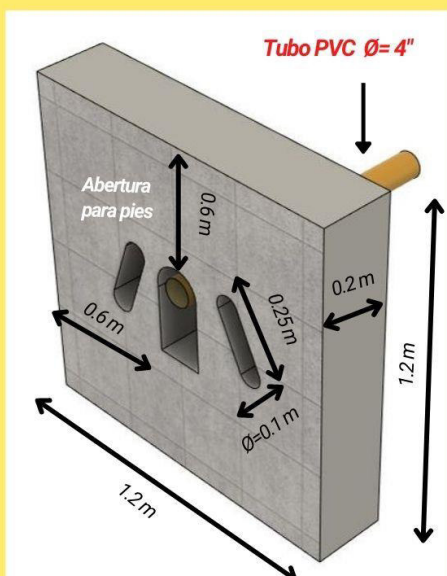


Fig. 3: Dimensiones del piso de la letrina

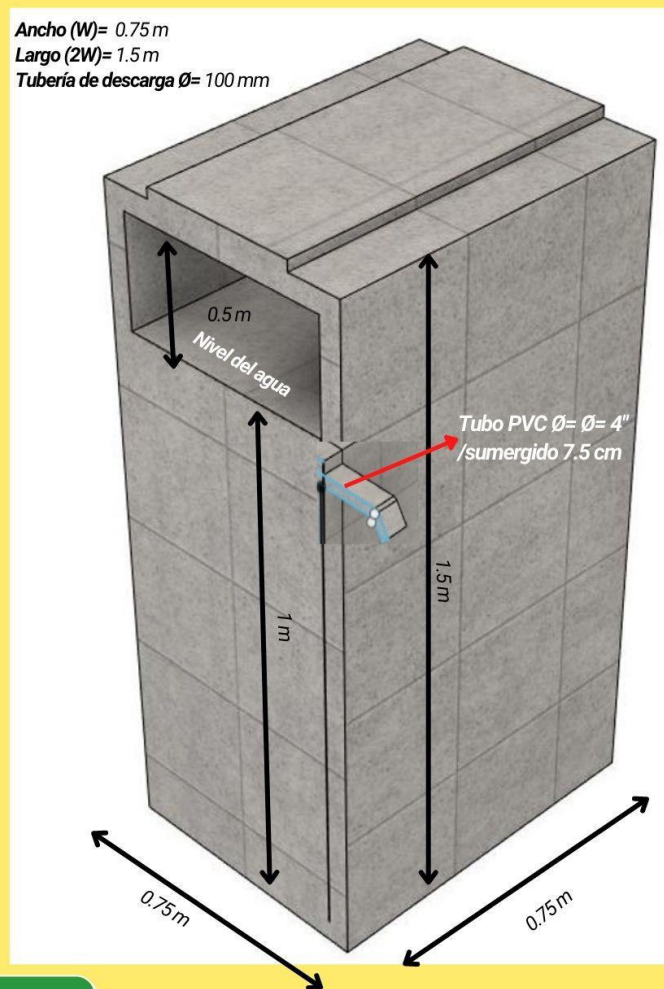




## Cámara o tanque séptico

La cámara estará conformada de armex y cemento, ésta debe tener como mínimo  $1 \text{ m}^3$  de volumen. La profundidad es de 1.5 m, dejando un espacio de libre de 50 cm entre el nivel de agua y la superficie de la losa, de esta manera se tiene una profundidad del líquido hasta la tubería de salida de 1 m, el ancho será de 0.75 m para actividades de limpieza cumpliendo la recomendación que la longitud sea de 2 a 3 veces el ancho, las especificaciones se encuentran en la **figura 4**.

Ancho (W)= 0.75 m  
Largo (2W)= 1.5 m  
Tubería de descarga  $\varnothing= 100 \text{ mm}$



El tiempo de vida útil de la cámara es de 10 años

Fig. 4: Dimensiones de la cámara o tanque séptico



## Tubo de ventilación del depósito

El tubo de ventilación será de 3", se ubicará en el depósito debajo de la losa considerando que no exista contacto ni obstrucción con las heces, la abertura exterior se localizará encima del techo a 0.5 m para dispersar posibles olores y evitar malestar en el usuario como se muestra en la **figura 5**.

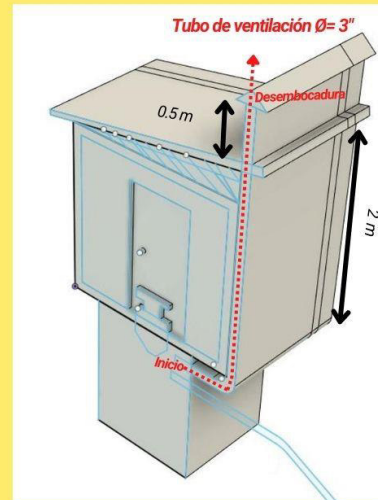


Fig. 5: Tubo de ventilación

## Pozo de percolación

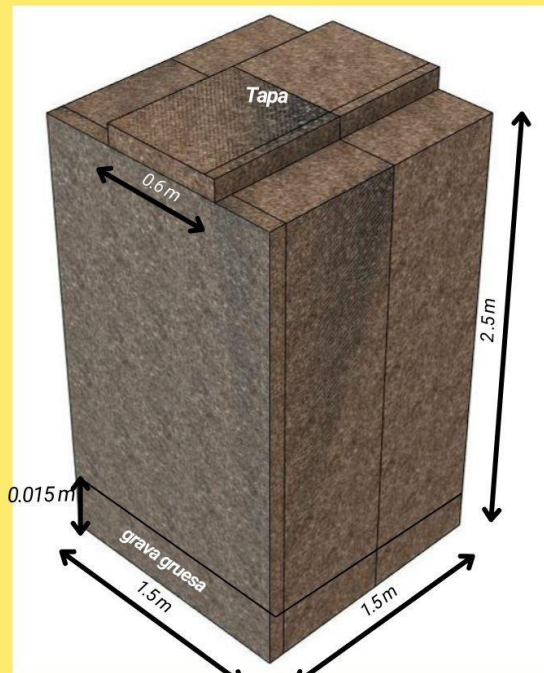


Fig. 6: Pozo de percolación

El diámetro del pozo será de 1.5 m y la profundidad de 2.5 m, la losa del techo del pozo será de 0.6 m x 06 m por cada lado, las paredes estará revestidas de ladrillos debajo de la tubería de entrada, con una capa exterior de 15 cm de grava gruesa, así lo muestra la **figura 6**.



## Mantenimiento

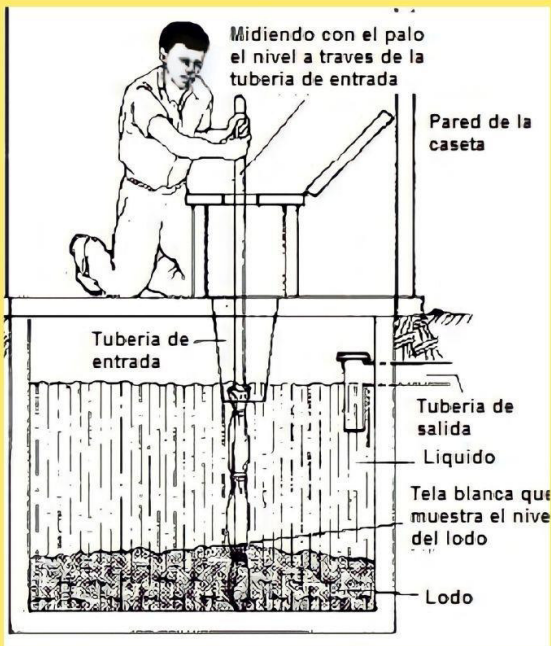


Fig. 7: Mantenimiento del pozo anegado

Realizarlo mínimo 1 vez al año se requiere de un palo de 2 m de longitud del cuál el primer metro se envolverá con una tela de color claro sujeta con cuerdas.

1. Para medir se sumerge a través de la tubería hasta el fondo de la cámara.
2. Luego se retira cuidadosamente y se observa la tela.
3. Se estima que la profundidad del lodo sea menor a la mitad de la profundidad del líquido de la cámara, en caso de ser mayor la cámara requiere ser vaciada como se indica en la **figura 7**.

## EVACUACIÓN DE EXCRETAS

La evacuación de excretas considerando la accesibilidad y facilidad del usuario se lo ha definido de dos formas:

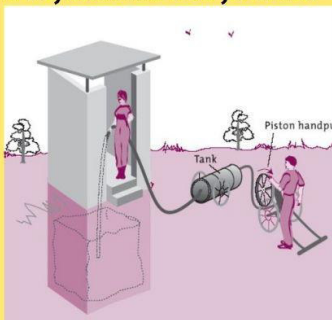


Fig. 8: Sistema MAPET

Sistema MAPET (Tecnología de vaciado manual de pozos) formado de una rueda manual, un pistón y un tanque de 200 litros conectados a una manguera de 3/4", una manguera flexible de 4" se usa para drenar los lodos como lo indica la **figura 8**.



Fig. 9: Bomba manual

Es una bomba manual con tubería plástica de PVC de 3", que funciona por un pistón vertical con una capacidad de 1.2 litros por golpe requiere de un tanque para vaciar los lodos, ver la **figura 9**.



## Recomendaciones



- ❌ No arrojar residuos de limpieza anal como papel pues se llenará más rápidamente.
- ❌ No permitir que el líquido se encuentre más abajo de la profundidad de la tubería de la letrina, pues se desprenderán olores desagradables en la caseta y no funcionará adecuadamente el flujo de descarga, como lo indica la **figura 10**.

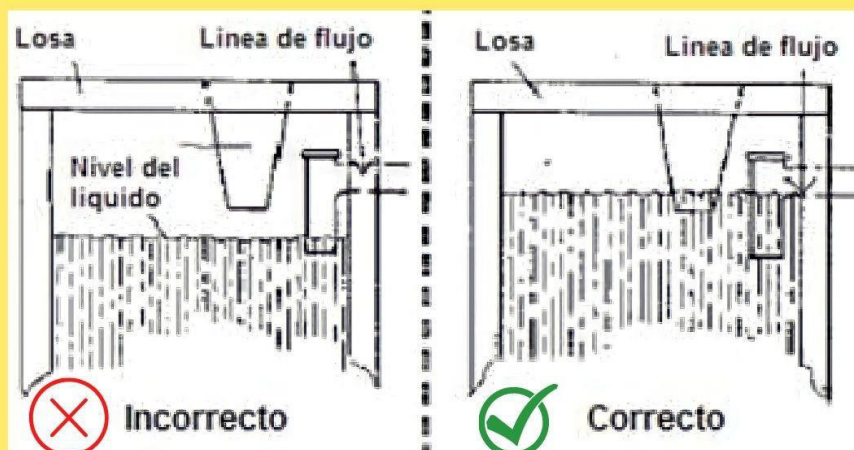


Fig. 10: Mantenimiento del nivel del líquido





## REFERENCIAS

(Antúnez, 2019) Antúnez, B. (2019). Manual de construcción y mantenimiento de letrinas | Publicaciones. [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Manual\\_de\\_construcción\\_y\\_mantenimiento\\_de\\_letrinas\\_es\\_es.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Manual_de_construcción_y_mantenimiento_de_letrinas_es_es.pdf)

Comisión Nacional del Agua. (2007a). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. Comisión Nacional Del Agua, 1–134. [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CONAGUA\\_s.f.a. Diseño de redes de distribución de agua potable.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA_s.f.a._Diseño_de_redes_de_distribución_de_agua_potable.pdf)

Comisión Nacional del Agua. (2007b). PAQUETES TECNOLÓGICOS PARA EL TRATAMIENTO DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES EN COMUNIDADES RURALES. <http://www.cecodes.net/manuales/PAQUETES TECNOLÓGICOS PARA EL TRATAMIENTO DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES EN COMUNIDADES RURALES.pdf>

Organización Panamericana de la Salud. (2005). OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LETRINA CON ARRASTRE HIDRAULICO Y LETRINA DE POZO ANEGADO. <http://www.ingenieroambiental.com/4014/150esp-om-letrinashumedas.pdf>

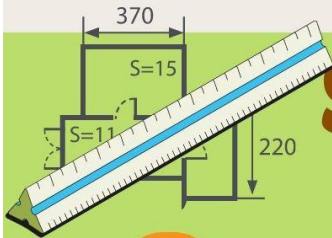
Organización Panamericana de la Salud. (2011). MANUALES DE SANEAMIENTO BÁSICO PARA GOBERNACIONES Y MUNICIPIOS. [http://www.mdgfund.org/sites/default/files/EDG\\_MANUAL\\_Paraguay\\_Gestion municipal saneamiento basico.pdf](http://www.mdgfund.org/sites/default/files/EDG_MANUAL_Paraguay_Gestion municipal saneamiento basico.pdf)

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2005). Guía de diseño de letrina con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado. [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD 2005. Guía de diseño de letrinas con arrastre h.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD 2005. Guía de diseño de letrinas con arrastre h.pdf)

**ANEXO V**  
**GUÍA DE DISEÑO DEL BAÑO DE ARRASTRE HIDRÁULICO**



# Guía de Diseño de un Baño de Arrastre Hidráulico



## Saneamiento Rural

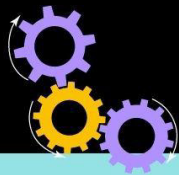


# CONTENIDO

- 1** Principio de funcionamiento de un baño de arrastre hidráulico **Pág. 2**
- 2** Partes de un baño de arrastre hidráulico **Pág. 3**
- 3** Materiales de construcción **Pág. 4**
- 4** Diseño del baño de arrastre hidráulico **Pág. 5-6-7**
- 5** Mantenimiento del baño de arrastre hidráulico **Pág. 8**



1



## Principio de funcionamiento

???



### ¿Qué es un baño de arrastre hidráulico

Es un sistema de saneamiento que emplea entre 1 a 4 litros de agua para su funcionamiento, consta de un aparato sanitario con un cierre hidráulico en forma de sifón, cuyo principio es retener una pequeña cantidad de agua en el retrete, para que en cada uso se vayan depositando la orina y las heces; al momento de accionar la palanca el agua cae por gravedad y arrastra todo el material acumulado en el inodoro hacia una cámara séptica.

En la **figura 1** se observa la forma del sifón con un cierre hidráulico que evita la proliferación de olores. En la **figura 2** se encuentra el funcionamiento del baño con arrastre hidráulico.

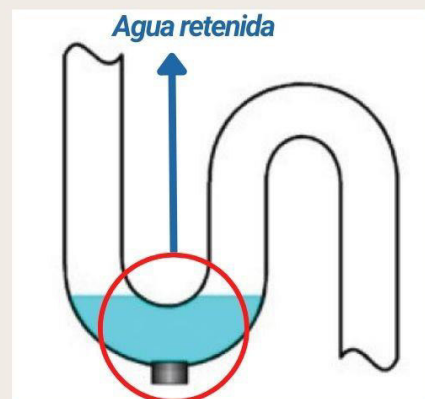


Fig. 1: Sifón con cierre hidráulico



Fig. 2: Baño de arrastre hidráulico



2

2



## Partes Baño de arrastre hidráulico

### ¿Cómo esta compuesto un baño de arrastre hidráulico

La tecnología de saneamiento de arrastre hidráulico cuenta con las siguientes partes: una caseta (1), un tubo de ventilación (2), una tasa sanitaria (3), un conducto de desagüe de PVC (4), una caja repartidora (5), 2 hoyos o pozos (9), el brocal (8), la losa (7), el terraplén (6) y el pozo de percolación que se observan en la **figura 3**.

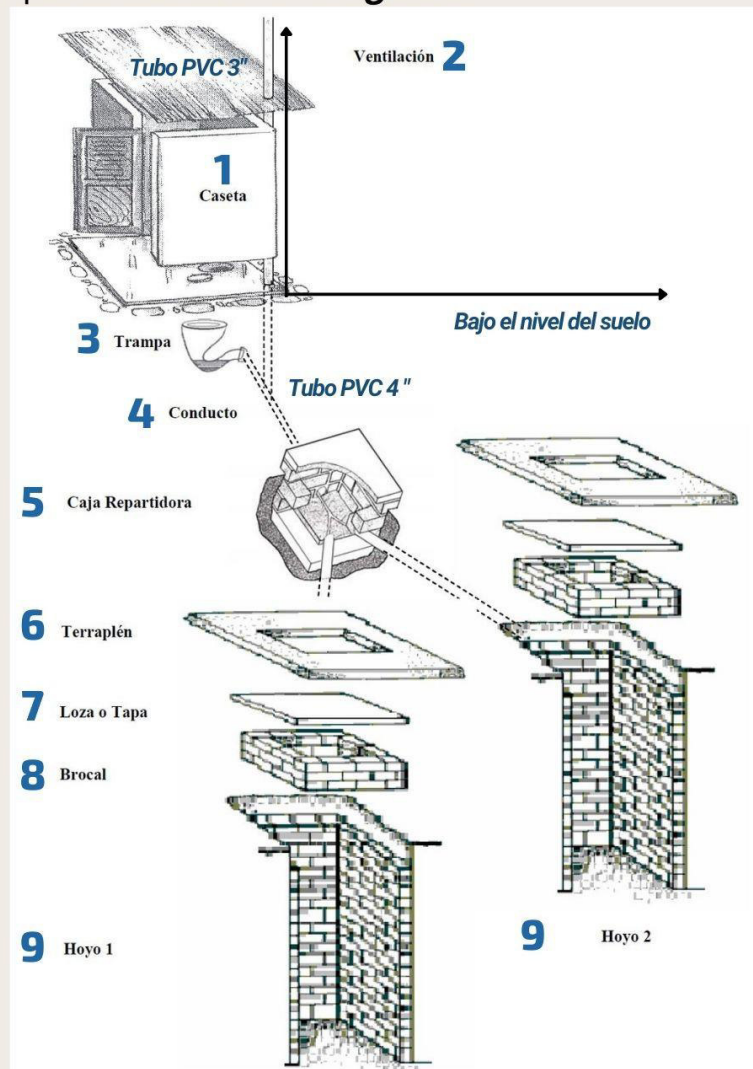


Fig. 3: Partes del baño de arrastre hidráulico

3

3



## Materiales de Construcción

# Materiales



Malla Armex



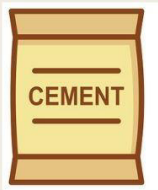
Puerta madera



Ladrillos



Tornillos



Cemento

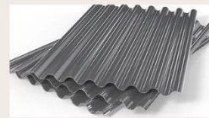


Lámina de zinc



Arena



Tasa sanitaria



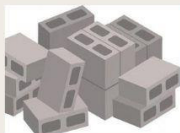
Ripio



Tubo PVC 4  
plg



Tablones

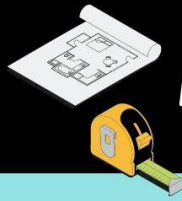


Bloques



Tapón de tubería PVC

4



## Caseta

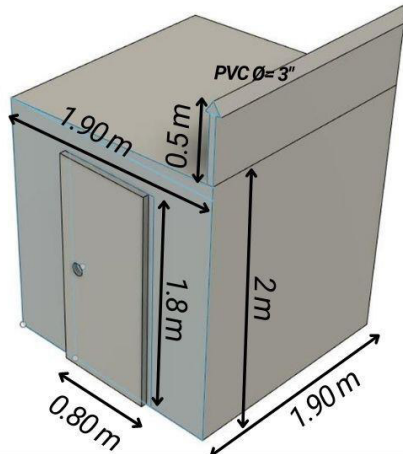


Fig. 4: Dimensiones de la Caseta

Es el espacio que alberga el aparato sanitario empleado para la deposición de excretas, será de bloque, con un techo de láminas de zinc y una puerta de madera, las dimensiones se especifica en la **figura 4**.

## Aparato Sanitario

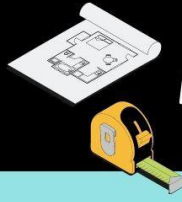
Se empleará un aparato sanitario de taza con sifón para formar el cierre hidráulico como se aprecia en la **figura 5**.



Fig. 5: Aparato sanitario

## Conductos

La evacuación de excretas será a través de un tubo PVC con  $\emptyset$  de 4" (3 m) **figura 3**, además se colocará sobre el conducto de evacuación una tubería de ventilación de PVC con  $\emptyset$  de 3" prolongada sobre la caseta como se observa en la **figura 3**.



## Caja repartidora

Se ubica entre la caseta y el hoyo, esta estructura facilita el mantenimiento y la limpieza del efluente de evacuación, sus dimensiones se especifican en la **figura 6**.

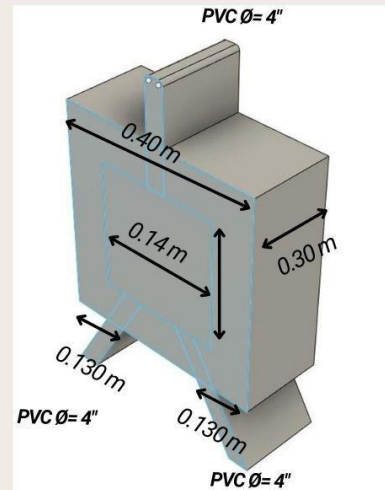
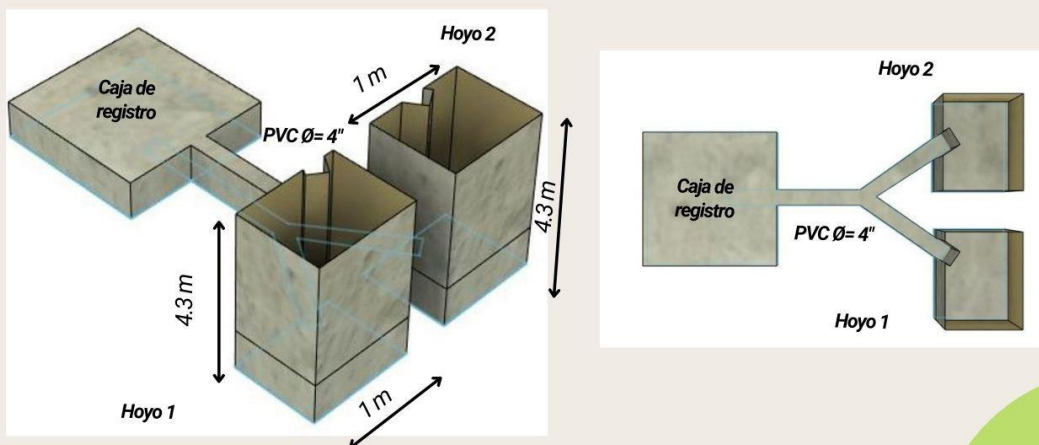


Fig. 6: Caja repartidora

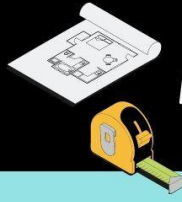
## Hoyo o Pozo

Su estructura es cuadrada ubicada bajo el nivel del suelo, constituida de mallas de armex y concreto, consta de 2 pozos diseñados para 10 años de vida útil cada uno, sus dimensiones se detallan en la **figura 7**.



Tiempo de vida útil 20 años

Fig. 7: Hoyo o Pozo



## Brocal

Es una estructura de protección del hoyo, es de ladrillo, su función es sostener la losa e impedir el ingreso de roedores y agua superficial a los pozos como se aprecia en la **figura 3**.

## Losa

Es una tapa de concreto a nivel del suelo, que permite soportar sobrecargas en los diferentes pozos como lo muestra la **figura 3**.

## Terraplén

Se refiere a la tierra o arcilla apisonada ubicada alrededor de la losa, como se observa en la **figura 3**.

## Pozo de Percolación

Es una estructura rectangular localizada bajo el nivel del suelo, que permite infiltrar el agua residual tratada previamente en los hoyos o pozos, se ubica a una distancia  $>5$  m de un árbol, su revestimiento es de mampostería y ladrillo como lo indica la **figura 8**.

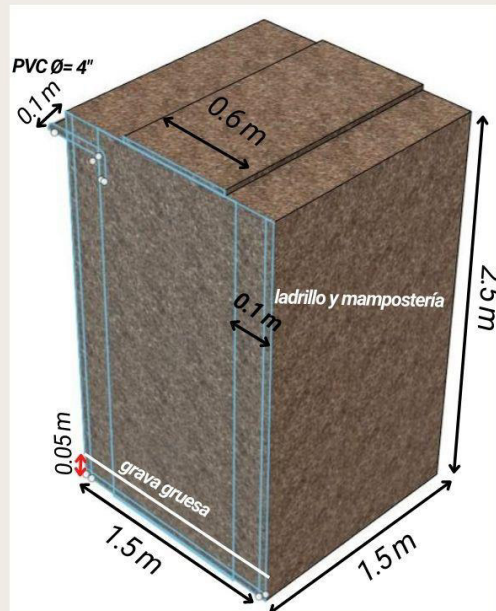


Fig. 8: Pozo de percolación

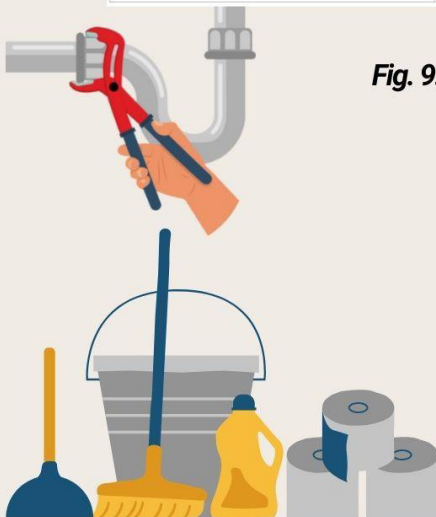


# Mantenimiento

El mantenimiento de las instalaciones permite que la tecnología cumpla con los estándares necesarios para que funcione adecuadamente, mediante actividades que puede ser realizada por el usuario o por una persona capacitada como se describe en la **figura 9**.



Mantenimiento Baño de Arrastre Hidráulico		
Actividad	Singularidades	Tiempo empleado
Limpieza de la caseta e inodoro	Actividad puede ser realizada por el usuario	1 vez semana
Mantenimiento y reparación de la tubería	Destrezas en plomería	1 vez al mes
Extracción de lodos y efluentes	Capacitación especializada, operación de equipo y maquinaria	1 día (depende del método de extracción)



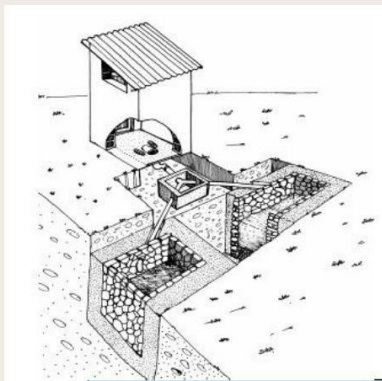
**Fig. 9:** Mantenimiento del baño de arrastre hidráulico





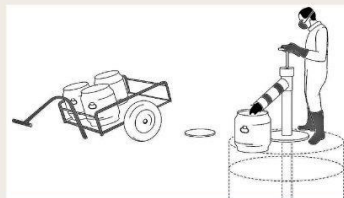
# Evacuación de Excretas

En caso de que el hoyo alcance 1 m debajo de la losa se procede a cambiar de hoyo mientras se vacía el lleno o se construye uno nuevo (**figura 10**). La extracción de lodos queda a consideración del usuario, sea con bomba de vacío manual (**figura 11**) o con una bomba de succión mecánica (**figura 12**).



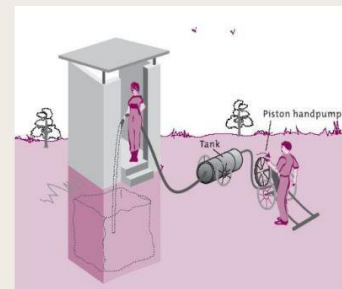
**Fig. 10:** Cambio de pozo

Cambio al segundo pozo cuando el primero ha alcanzado su máxima capacidad.



**Fig. 11:** Bomba de vacío manual

Los operadores que vacían los pozos manualmente deben limpiar y mantener sus herramientas y su ropa protectora para evitar el contacto con el lodo.



**Fig. 12:** Bomba succión mecánica

Es un sistema formado de una rueda manual, un pistón y un tanque de 200 litros conectados a una manguera de 3/4", una manguera flexible de 4" se usa para drenar los lodos.



Álvarez, R. (2011). Baños Rurales Arrastre Hidraulico y Tanque Septico | PDF | Letrina | Saneamiento. <https://es.scribd.com/document/209870451/BANOS-RURALES-ARRASTRE-HIDRAULICO-Y-TANQUE-SEPTICO>

Antúñez, B. (2019). Manual de construcción y mantenimiento de letrinas | Publicaciones. [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Manual\\_de\\_construcción\\_y\\_mantenimiento\\_de\\_letrinas\\_es\\_es.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Manual_de_construcción_y_mantenimiento_de_letrinas_es_es.pdf)

Fondo de Inversión Social de Emergencia. (2020). Opciones para el Diseño de Soluciones Saneamiento In Situ. [http://www.fise.gob.ni/materiales\\_documentos/xWxiEuf17k](http://www.fise.gob.ni/materiales_documentos/xWxiEuf17k)

Gordón, P. (2014). Opciones técnicas para abastecimiento de agua potable y saneamiento en centros poblados del ámbito rural-provincia de Maynas-Loreto-2014 [Universidad Científica del Perú]. <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/531/GORDÓN-1-Trabajo-Opciones.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organización Panamericana de la Salud. (2005). OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LETRINA CON ARRASTRE HIDRAULICO Y LETRINA DE POZO ANEGADO. <http://www.ingenieroambiental.com/4014/150esp-om-letrinashumedas.pdf>

Organización Panamericana de la Salud. (2011). MANUALES DE SANEAMIENTO BÁSICO PARA GOBERNACIONES Y MUNICIPIOS. [http://www.mdgfund.org/sites/default/files/EDG\\_MANUAL\\_Paraguay\\_Gestion\\_municipal\\_saneamiento\\_basico.pdf](http://www.mdgfund.org/sites/default/files/EDG_MANUAL_Paraguay_Gestion_municipal_saneamiento_basico.pdf)

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2005). Guía de diseño de letrina con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado. [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/ORGANIZACIÓN\\_PANAMERICANA\\_DE\\_LA\\_SALUD\\_2005\\_Guía\\_de\\_diseño\\_de\\_letrinas\\_con\\_arrastre h.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/ORGANIZACIÓN_PANAMERICANA_DE_LA_SALUD_2005_Guía_de_diseño_de_letrinas_con_arrastre_h.pdf)

Rashuaman Quispe, D. J. (2019). ANÁLISIS Y DISEÑO DE LETRINA ECOLÓGICA PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE SALUBRIDAD EN CONCEPCIÓN [Universidad Peruana de los Andes]. [https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/932/DAVID\\_JONATAN\\_RASHUAMAN\\_QUISPE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/932/DAVID_JONATAN_RASHUAMAN_QUISPE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## **ANEXO VI**

### **COTIZACIONES DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA LETRINA DE POZO ANEGADO**

COMERCIAL KYWI S.A.

CONTRIBUYENTE ESPECIAL-RESOL.SRI. 5368

AGENCIA 05 (CARCELEN)  
RUC : 1790041220001  
TELF : 022470377  
CIUDAD: QUITO

PROFORMA No. 00784495  
DOCUMENTO SIN VALOR COMERCIAL

RUC : 1724972904001 Cod.Cliente: 888885 0  
Sr.(s) : VERONICA QUILUMBA  
DIRECCION: PONCEANO  
TELEFONO : 0979161005  
VENDEDOR : IRINA BURGOS

FECHA DE EMISION : 2022/06/30 Pag.: 1  
VALIDO HASTA : 2022/07/05

PROFORMA2

2

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	PREC-UNIT	TOTAL
34878	CEMENTO SELVA ALEGRE 50KG CDL	15	7,392857	110,89
67598	ALAMBRE GALVANIZADO N18 C/KG PREEMPAQUE	1	3,339286	3,34
156345	KIT INSTALACION WC CR EDESA	2	13,017857	26,04
156736	TUBO PVC DESAGUE 75MMX3MT REFORZA PLAST	1	10,080357	10,08
156744	TUBO PVC DESAGUE 110MMX3MT REFORZA PLAST	2	12,491071	24,98
166545	CODO PVC DESAGUE EC 75MMX90G PLASTIGAMA	3	2,651786	-7,96
187410	PEGA TUBOS PVC 250 CC. KALIPEGA	2	4,491071	8,98
230129	AZ P SANTORINI HIELO 20X60 C/1.44MT	16	12,982143	207,71
270980	PLACA FC SUPERBOARD EP 2440X1220X20MM	2	48,928571	97,86
285684	BONDEX PLUS 25KG	6	7,357143	44,14
287156	SUPER TECHO 1,0X6,00M 0,30MM GALVALUME	1	46,812500	46,81
289876	PLASTICO POLIET NEGRO 0,6CAX2M C/M	20	1,053571	21,07
374393	CLAVO ACERO ESTRIADO 2" 20U	4	1,660714	6,64
374474	CLAVO ACERO ESTRIADO 2 1/2" 20U	4	3,687500	14,75

* ---> CODIGOS EXENTOS DE IVA	SUBTOTAL	:	631,25
	IVA	:	75,75
PAGUE COMO PAGUE KYWI LE OFRECE LOS MEJORES PRECIOS	TOTAL	:	707,00

FIRMA :

*Irina Burgos*  
COMERCIAL KYWI S.A.

FIRMA :

CLIENTE

0961370863  
Esta Proforma tiene validez solo con el nombre, firma del vendedor y sello de COMERCIAL KYWI S.A.

En el caso de existir cambios en los precios de nuestros proveedores nos veremos obligados a actualizar precios en el momento de la facturación previo su conocimiento.

**PROVEMADERA S.A**  
**AV DIEGO DE VASQUEZ N7608 Y AV MARISCAL SUCRE**  
**022842545**

**NO. 0000000518**  
 30/06/2022 04:08:04 PM

**PROFORMA**

**CLIENTE:** VERÓNICA QUILUMBO  
**DIRECCION:**  
**DATOS:**  
**FECHA:** 30 de Junio de 2022

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION	DSCTO.	P.UNIT.	TOTAL
1	TCO-4815E	6.00 *	TCO 4.8.15 C ECONOMICA	0%	35.7143	214.29



**SON:** DOSCIENTOS CUARENTA 00/100

**SUBTOTAL:** 214.28  
**IVA:** 25.71  
**FLETE:** 0.00  
**TOTAL:** **240.00**

**SU DESCUENTO ES: 0.00**

VALIDEZ DE ESTA PROFORMA: 8 DIAS  
 \* = PRODUCTO QUE GRAVA IVA

PROVEMADERA S.A.  
 ELABORADO POR:  
 RUC # 1791326363001  
 CARCELÉN

**RECIBIDO POR:**

## **ANEXO VII**

### **COTIZACIONES DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BAÑO DE ARRASTRE HIDRÁULICO**

COMERCIAL KYWI S.A.

AGENCIA 05 (CARCELEN)  
RUC : 1790041220001  
TELF : 022470377  
CIUDAD: QUITO

CONTRIBUYENTE ESPECIAL-RESOL.SRI.

5368

PROFORMA No. 00784494  
DOCUMENTO SIN VALOR COMERCIAL

RUC : 1724972904001 Cod.Cliente: 888885 0  
Sr.(s) : VERONICA QUILUMBA  
DIRECCION: PONCEANO  
TELEFONO : 0979161005  
VENDEDOR : IRINA BURGOS

FECHA DE EMISION : 2022/06/30 Pag.: 1  
VALIDO HASTA : 2022/07/05

PROFORMA 1

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	PREC-UNIT	TOTAL
34878	CEMENTO SELVA ALEGRE 50KG CDL	15	7,392857	110,89
67598	ALAMBRE GALVANIZADO N18 C/KG PREEMPAQUE	1	3,339286	3,34
119822	WC CONSERVER DUAL FLUSH BLANCO	1	83,035714	83,04
156345	KIT INSTALACION WC CR EDESA	2	13,017857	26,04
156736	TUBO PVC DESAGUE 75MMX3MT REFORZA PLAST	1	10,080357	10,08
156744	TUBO PVC DESAGUE 110MMX3MT REFORZA PLAST	5	12,491071	62,46
166545	CODO PVC DESAGUE EC 75MMX90G PLASTIGAMA	3	2,651786	7,96
166553	CODO PVC DESAGUE EC 110MMX90G PLASTIGAMA	5	3,901786	19,51
187410	PEGA TUBOS PVC 250 CC. KALIPEGA	2	4,491071	8,98
188247	CINTA TEFLON 1/2 X 10MT PLASTIGAMA	1	0,348214	0,35
230129	AZ P SANTORINI HIELO 20X60 CJ1.44MT	16	12,982143	207,71
270980	PLACA FC SUPERBOARD EP 2440X1220X20MM	3	48,928571	146,79
285684	BONDEX PLUS 25KG	6	7,357143	44,14
287156	SUPER TECHO 1,0X6,00M 0,30MM GALVALUME	1	46,812500	46,81
289086	WC ANDES REDONDO BLANCO PUSH SUPERIOR	1	53,008929	53,01
289876	PLASTICO POLIET NEGRO 0,6CAX2M C/M	20	1,053571	21,07
374393	CLAVO ACERO ESTRIADO 2" 20U	4	1,660714	6,64
374474	CLAVO ACERO ESTRIADO 2 1/2" 20U	4	3,687500	14,75
* ---> CODIGOS EXENTOS DE IVA		SUBTOTAL	:	873,57
		IVA	:	104,83
PAGUE COMO PAGUE KYWI LE OFRECE LOS MEJORES PRECIOS		TOTAL	:	978,40

FIRMA :

*Irina Burgos*  
COMERCIAL KYWI S.A.

FIRMA :

CLIENTE

0961370863  
Esta Proforma tiene validez solo con el nombre, firma del vendedor y sello de COMERCIAL KYWI S.A.

En el caso de existir cambios en los precios de nuestros proveedores nos veremos obligados a actualizar precios en el momento de la facturación previo su conocimiento.

30/06/2022 16:00:04  
 DOLAR  
 15/07/2022 16:00:04

0002013  
 CONSUMIDOR FINAL  
 99999999999999  
 CONSUMIDOR FINAL

30/06/2022 16:00:04

01	1-00003551	MALLA ARMEX R283 6.25X2.40 M 6.0MM	UNIDAD	5.00	87.5000	0.00	437.5000
02	1-00003508	VIAJE DE RIPIO 8 METROS	UNIDAD	0.50	115.5463	0.00	57.7732
03	1-00003507	VIAJE DE POLVO AZUL 8 METROS	UNIDAD	0.50	112.7820	0.00	56.3910
04	1-00000002	CEMENTO HOLCIM FUERTE TIP GU SACO 5	SAC50K	30.00	7.7232	0.00	231.6960

ESTO ES UNA COTIZACION, NO REPRESENTA UN DOCUMENTO LEGAL.

783.36  
 0.00

0.0000%

0.00

12.00%

783.36  
 94.00  
 877.36

## **ANEXO VIII**

### **EVIDENCIA FOTOGRÁFICA Y DOCUMENTAL DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS A LOS HABITANTES DE LA COMUNIDAD SAN RAFAEL, CHECA**





Realización de encuestas



Realización de encuestas



Realización de encuestas



Realización de encuestas

**ENCUESTA**

Nombre y Apellido: Carmen Caticahua

Edad: 57 años

Fecha realizada: 16.07.2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a. Ama de casa
- b. Agricultor
- c. Floricultor
- d. Dependencia laboral
- e. Otro:

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Aplicación de moscas

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Mejor tratamiento de excretas

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque no utiliza agua

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque es similar al pozo ciego y es muy familiarizada

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque no hay mayor contacto con las deposiciones

7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque se podría aplicar con mejor captación de agua.

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 6 litros

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro:

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0 - 1 semana

ATBUCOBE

- b. 2 - 3 semanas
- c. 3 semanas - 1 mes

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = tal vez
- d. 5 = sí

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Bioles
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a 425 \$
- b. 425 \$
- c. 426 \$ - 850 \$
- d. Otro:

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$350 - \$550
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor:

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum- bomba manual/ familia)
- b. \$70 (tanquero toda la comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)

*Am. de Hueso*  
0999378328

## ENCUESTA

Nombre y Apellido: Rosa Lema

Edad: 32

Fecha realizada: 16/07/2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a. Ama de casa
- b. Agricultor
- c. Floricultor
- d. Dependencia laboral
- e. Otro: \_\_\_\_\_

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque podría generar malos olores

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque el clima no favorece las condiciones

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque pueden ingresar animales y olores

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque ha funcionado en mi hogar

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque la infraestructura es muy grande

7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo atiegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

porque necesita mucha agua

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 5 litros

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro:

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0 - 1 semana

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = tal vez
- d. 5 = sí

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Bioboles
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a 425 \$
- b. 425 \$
- c. 426 \$ - 850 \$
- d. Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$350 - \$550
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor:

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum- bomba manual/familia)
- b. \$70 (tanquero toda la comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)

**ENCUESTA**

Nombre y Apellido: Angelino Chicanza Quishpe

Edad: 71

Fecha realizada: 16/07/2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a. Ama de casa
- b. Agricultor
- c. Floricultor
- d. Dependencia laboral
- e. Otro:

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque dispone dos compartimentos

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque la temperatura no logaría alcanzarse

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque no utilizo agua

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque cuenta con otras partes en relación al pozo ciego

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque no habría contacto directo con las deposiciones

7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: porque es necesario una gran cantidad de agua

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 3 litros

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro:

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0 - 1 semana

- b. 2 - 3 semanas
- c. 3 semanas - 1 mes

16. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

18. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = tal vez
- d. 5 = sí

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Biólitos
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a 425 \$
- b. 426 \$
- c. 426 \$ - 650 \$
- d. Otro:

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$350 - \$550
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor: 0

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum-bomba manual/familia)
- b. \$70 (tanquero toda la comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)

Amplino Chaves  
0939211216

## ENCUESTA

Nombre y Apellido: Clara Chicaza  
 Edad: \_\_\_\_\_

Fecha realizada: 16/07/2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- Amo de casa
- Agricultor
- Floricultor
- Dependencia laboral
- Otro: \_\_\_\_\_

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque podría aprovechar los residuos

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque había que probar si funciona

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque no utiliza agua y así ahorra

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque es similar al pozo ciego

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque no habría malos olores desagradables



7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: porque quizás podría aplicarse en esta comunidad

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- Agua subterránea
- Reservorio de agua
- Agua embotellada
- No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- Agua subterránea
- Reservorio de agua
- Agua embotellada
- No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 7 litros

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- Papel higiénico
- Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- Fuera del inodoro
- Dentro del inodoro
- Otro:

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- Menor a 7 días/año
- 7 días/año
- Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- 0 - 1 semana

ENCUESTA

- 2 - 3 semanas
- 3 semanas - 1 mes

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- 0 = no
- 1 = posiblemente
- 3 = tal vez
- 5 = sí

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- Fertilizantes / Bioles
- Compost
- No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- Menor a 425 \$
- 425 \$
- 426 \$ - 850 \$
- Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- 20\$ - 30\$
- 30\$ - 40\$
- 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- \$350 - \$550
- \$550 - \$750
- \$750 - \$1050
- > \$1050
- Otro valor:

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- \$110 (servicio vacuum- bomba manual/familia)
- \$70 (tanquero toda la comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)

**ENCUESTA**

Nombre y Apellido: Manuel Chusipanta

Edad: 50

Fecha realizada: 16 / 07 / 2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a. Ama de casa
- b. Agricultor
- c. Floricultor
- d. Dependencia laboral
- e. Otro: \_\_\_\_\_

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque se debe separar la orina de las heces

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque no podía funcionar

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque se produce moscas

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque cuenta con un sistema puzado

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Porque no tengo contacto con los residuos no había olores

7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: porque se usa difícil medir el nivel del agua

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- Agua subterránea
- Reservorio de agua
- Agua embotellada
- No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- Agua subterránea
- Reservorio de agua
- Agua embotellada
- No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 5 litros

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- Papel higiénico
- Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- Fuera del inodoro
- Dentro del inodoro
- Otro:

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- Menor a 7 días/año
- 7 días/año
- Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- 0 - 1 semana

- 2 - 3 semanas
- 3 semanas - 1 mes

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- 0 = no
- 1 = posiblemente
- 3 = tal vez
- 5 = si

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- Fertilizantes / Bioles
- Compost
- No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- Menor a 425 \$
- 425 \$
- 426 \$ - 850 \$
- Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- 20\$ - 30\$
- 30\$ - 40\$
- 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- \$350 - \$550
- \$550 - \$750
- \$750 - \$1050
- > \$1050
- Otro valor: \_\_\_\_\_

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- \$110 (servicio vacuum- bomba manual/familia)
- \$70 (tanquero toda la comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)

**ENCUESTA**

Nombre y Apellido: William Toapanta

Edad: 29 años

Fecha realizada: 16 de Junio, 2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a. Ama de casa
- b. Agricultor
- c. Floricultor
- d. Dependencia laboral
- e. Otro:

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<input checked="" type="radio"/> 3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
<input checked="" type="radio"/> 5	Muy buena aceptación

Razón:

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
<input checked="" type="radio"/> 5	Muy buena aceptación

Razón:

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
<input checked="" type="radio"/> 5	Muy buena aceptación

Razón:

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<input checked="" type="radio"/> 3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 10

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro:

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0 - 1 semana

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- b. 1 = no
- c. 3 = tal vez
- d. 5 = si

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Boles
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a 425 \$
- b. 425 \$
- c. 426 \$ - 850 \$
- d. Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$350 - \$550
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor:

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum- bomba manual/ familia)
- b. \$70 (tanquero toda la comunidad 4 horas 300\$ - 30 familias)

**ENCUESTA**

Nombre y Apellido: María Chango Iruza

Edad: 31

Fecha realizada: 14 de Julio, 2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a. Ama de casa
- b.  Agricultor
- c. Floricultor
- d. Dependencia laboral
- e. Otro:

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<input checked="" type="radio"/> 3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
<input checked="" type="radio"/> 5	Muy buena aceptación

Razón:

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
<input checked="" type="radio"/> 0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
<input checked="" type="radio"/> 5	Muy buena aceptación

Razón:

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
<input checked="" type="radio"/> 5	Muy buena aceptación

Razón:

7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservoirio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservoirio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 1 L

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro:

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0 - 1 semana

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = tal vez
- d. 5 = si

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Boles
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a \$25
- b. \$25 - \$40
- c. \$40 - \$60
- d. Otro: \$200

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$350 - \$550
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor: \$200

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum-bomba manual/ familiar)
- b. \$70 (tanquero toda la comunidad 4 horas 300\$ - 30 familias)

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
<b>5</b>	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<b>3</b>	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<b>5</b>	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

ENCUESTA

Nombre y Apellido: Gaetano Cacerango  
 Edad: 26 años  
 Fecha realizada: 19 de mayo de 2022

1. ¿Cuál es su ocupación?  
 a. Ama de casa  
 b. **Agricultor**  
 c. Floricultor  
 d. Dependencia laboral  
 e. Otro: \_\_\_\_\_

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
<b>5</b>	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
<b>5</b>	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_



7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservoirio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservoirio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 0.1

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro:

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0-1 semana

b. 2-3 semanas

c. 3 semanas - 1 mes

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = tal vez
- d. 5 = si

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Boles
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a \$25
- b. \$25 - \$40
- c. \$40 - \$60
- d. Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$350 - \$550
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor:

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum- bomba manual/ familia)
- b. \$70 (tanquero toda la comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Al año se recolecta y se recoge el estiércol para el ganado. El año se recolecta y se recoge el estiércol para el ganado. El año se recolecta y se recoge el estiércol para el ganado.

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: El sistema para los heces se recoge y se recoge el estiércol para el ganado. El sistema para los heces se recoge y se recoge el estiércol para el ganado.

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: De siempre el lugar se recoge y se recoge el estiércol para el ganado. De siempre el lugar se recoge y se recoge el estiércol para el ganado.

ENCUESTA

Nombre y Apellido: Katherine Lucangó

Edad: 26 años

Fecha realizada: 16 de Julio 2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a. Ama de casa
- b. Agricultor
- c. Floricultor
- d. Dependencia laboral
- e. Otro:

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: El sistema para los heces se recoge y se recoge el estiércol para el ganado. El sistema para los heces se recoge y se recoge el estiércol para el ganado.

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: El sistema para los heces se recoge y se recoge el estiércol para el ganado. El sistema para los heces se recoge y se recoge el estiércol para el ganado.

7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservoirio de agua
- c. Agua embottallada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservoirio de agua
- c. Agua embottallada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 1 L

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro:

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0 - 1 semana

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = tal vez
- d. 5 = si

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Boles
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a 425 \$
- b. 425 \$ - 850 \$
- c. 850 \$ - 1700 \$
- d. Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$350 - \$550
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor:

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum-bomba manual/ familia)
- b. \$70 (tanquero toda la comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)

**ENCUESTA**

Nombre y Apellido: Zoltán Lemaitre

Edad: 60 años

Fecha realizada: 16 de Julio - 2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a.  Ama de casa
- b.  Agricultor
- c.  Floricultor
- d.  Dependencia laboral
- e.  Otro:

2. ¿Qué ponderación le daría a la letra composterá? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

4. ¿Qué ponderación le daría a la letra de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 0L

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro:

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0 - 1 semana

\* Todas las tecnologías le parecen costosas y desfavorables

b. 2 - 3 semanas  
c. 3 semanas - 1 mes

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no posiblemente
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = tal vez
- d. 5 = si

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Boles
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a 425 \$
- b. 425 \$ - 495 \$
- c. 425 \$ - 850 \$
- d. Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$350 - \$550
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor:

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum- bomba manual/ familia)
- b. \$70 (tanqueiro toda la comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)

**ENCUESTA**

Nombre y Apellido: Ignacio Guanyúa

Edad: 62 años

Fecha realizada: 16 de Julio 2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a. Ama de casa
- b. Agricultor
- c. Fricultur
- d. Dependencia laboral
- e. Otro:

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<input checked="" type="radio"/> 3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<input checked="" type="radio"/> 3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<input checked="" type="radio"/> 1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<input checked="" type="radio"/> 3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<input checked="" type="radio"/> 3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<b>3</b>	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 15

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro:

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0 - 1 semana

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = tal vez
- d. 5 = sí

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Boles
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a \$425
- b. \$426 - \$850
- c. \$851 - \$1275
- d. Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. \$203 - \$305
- b. \$306 - \$408
- c. \$409 - \$505

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$350 - \$550
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor: \$ 260

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum- bomba manual/ familia)
- b. \$70 (tanquero local/ comunidad 4 horas 5005 - 30 familias)

**ENCUESTA**

Nombre y Apellido: Elvia Chinacali

Edad: 34

Fecha realizada: 16 julio 2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a. Ama de casa
- b. Agricultor
- c. Fincallero
- d. Dependencia laboral
- e. Otro: \_\_\_\_\_

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
<u>0</u>	Nulla aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: No está interesada por el precio

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
<u>0</u>	Nulla aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: No está interesada por el precio

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
<u>0</u>	Nulla aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: El precio es un impedimento

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
<u>0</u>	Nulla aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: No está interesada por el costo

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
<u>0</u>	Nulla aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Costo de construcción elevado



7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

No le interesa

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 0L

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro: \_\_\_\_\_

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0 - 1 semana

- b. 2 - 3 semanas
- c. 3 semanas - 1 mes

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = tal vez
- d. 5 = sí

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Bióles
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a 425 \$
- b. 425 \$
- c. 426 \$ - 850 \$
- d. Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$350 - \$650
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor: \_\_\_\_\_

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum- bomba manual/ familia)
- b. \$70 (tanquero local a comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)

**ENCUESTA**

Nombre y Apellido: Blanca Masipanta

Edad: 52

Fecha realizada: 16 julio 2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a.  Ama de casa
- b.  Agricultor
- c.  Floricultor
- d.  Dependencia laboral
- e.  Otro: \_\_\_\_\_

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<u>3</u>	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<u>3</u>	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
<u>5</u>	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<u>3</u>	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 0L

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro.

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a) 0 - 1 semana

- b. 2 - 3 semanas
- c. 3 semanas - 1 mes

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = tal vez
- d. 5 = si

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Biolos
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a 425 \$
- b. 425 \$
- c. 426 \$ - 850 \$
- d. Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$350 - \$650
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor: \$150

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum-bomba manual/familia)
- b. \$70 (tanquero toda la comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)

**ENCUESTA**

Nombre y Apellido: Sonia Chiralza

Edad: 48

Fecha realizada: 16 julio 2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a. Ama de casa
- b. Agricultor
- c. Floricultor
- d. Dependencia laboral
- e. Otro: \_\_\_\_\_

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<u>3</u>	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<u>3</u>	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<u>3</u>	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

7. ¿Qué ponderación le daría a la letina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<b>3</b>	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua**
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua**
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 8L

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico**
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro**
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro: \_\_\_\_\_

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año**
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0 - 1 semana**

- b. 2 - 3 semanas
- c. 3 semanas - 1 mes

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>**
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no**
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = 1a vez
- d. 5 = sí

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Bioles
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto**

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a 425 \$**
- b. 425 \$
- c. 426 \$ - 850 \$
- d. Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$**
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$650 - \$550**
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor: \_\_\_\_\_

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuam- bomba manual/familia)
- b. \$70 (tanquero local a comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)**

**ENCUESTA**

Nombre y Apellido: Manuel Cuyo

Edad: 47

Fecha realizada: 16 julio 2017

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a. Ama de casa
- b. Agricultor
- c. Floricultor
- d. Dependencia laboral
- e. Otro: \_\_\_\_\_

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
<u>5</u>	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<u>3</u>	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
<u>3</u>	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservorio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 10L

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro: \_\_\_\_\_

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0 - 1 semana

- b. 2 - 3 semanas
- c. 3 semanas - 1 mes

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = tal vez
- d. 5 = sí

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Bioloes
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a 425 \$
- b. 425 \$
- c. 426 \$ - 850 \$
- d. Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$350 - \$550
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor: \_\_\_\_\_

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum- bomba manual/ familia)
- b. \$70 (tanquero toda la comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)

**ENCUESTA**

Nombre y Apellido: Victor Chivalzo

Edad: 60

Fecha realizada: 16 julio 2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a. Ama de casa
- b. Agricultor
- c. Floricultor
- d. Dependencia laboral
- e. Otro: Obras civiles

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
<u>0</u>	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Precio elevado

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
<u>0</u>	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: Precio elevado

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
<u>0</u>	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: El proyecto solo queda en palabras

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
<u>0</u>	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: El proyecto no se lleva a cabo

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
<u>0</u>	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: El proyecto no se hace.



7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Rezn: solo es propuesta, no se hace realidad

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservoirio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservoirio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 3L

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro: \_\_\_\_\_

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0 - 1 semana

- b. 2 - 3 semanas
- c. 3 semanas - 1 mes

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = tal vez
- d. 5 = sí

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Bioles
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a 425 \$
- b. 425 \$
- c. 426 \$ - 850 \$
- d. Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?

- a. \$350 - \$550
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor: \_\_\_\_\_

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum- bomba manual/ familia)
- b. \$70 (tanquero toda la comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)

**ENCUESTA**

Nombre y Apellido: Ofelia Caticuango

Edad: 56

Fecha realizada: 16 julio 2022

1. ¿Cuál es su ocupación?

- a.  Ama de casa
- b.  Agricultor
- c.  Floricultor
- d.  Dependencia laboral
- e.  Otro: \_\_\_\_\_

2. ¿Qué ponderación le daría a la letrina compostera? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

3. ¿Qué ponderación le daría al biodigestor? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

4. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de hoyo seco ventilado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

5. ¿Qué ponderación le daría al pozo séptico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
<u>5</u>	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

6. ¿Qué ponderación le daría al baño de arrastre hidráulico? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
<u>1</u>	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón: \_\_\_\_\_

7. ¿Qué ponderación le daría a la letrina de pozo anegado? ¿Por qué le otorgaría esa calificación?

Valoración	Equivalencia
0	Nula aceptación
1	Deficiente aceptación
3	Adecuada aceptación
5	Muy buena aceptación

Razón:

8. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para su consumo?

- a. Agua subterránea
- b. Reservoirio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

9. ¿Qué fuente de abastecimiento de agua utiliza para evacuar sus excretas?

- a. Agua subterránea
- b. Reservoirio de agua
- c. Agua embotellada
- d. No utiliza agua

10. ¿Qué cantidad de agua (L) utiliza para evacuar sus excretas?

Respuesta: 2L

11. ¿Qué material usa para la limpieza personal al ir al baño?

- a. Papel higiénico
- b. Agua

12. ¿En dónde dispone el papel higiénico utilizado en la limpieza personal?

- a. Fuera del inodoro
- b. Dentro del inodoro
- c. Otro:

13. ¿Qué tiempo estaría dispuesto a destinar para realizar labores de mantenimiento de la tecnología?

- a. Menor a 7 días/año
- b. 7 días/año
- c. Mayor a 7 días/año

14. ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a destinar a la construcción y supervisión de la tecnología?

- a. 0 - 1 semana

- b. 2 - 3 semanas
- c. 3 semanas - 1 mes

15. ¿Cuánto espacio de su predio estaría dispuesto a destinar para la construcción de la tecnología?

- a. 0 m<sup>2</sup> - 2 m<sup>2</sup>
- b. 3 m<sup>2</sup> - 5 m<sup>2</sup>
- c. 5 m<sup>2</sup> - 8 m<sup>2</sup>

16. ¿Estaría dispuesto a tener contacto con los residuos fecales, manteniendo las debidas medidas de seguridad, a fin de aprovechar estos residuos?

- a. 0 = no
- b. 1 = posiblemente
- c. 3 = tal vez
- d. 5 =si

17. ¿Cuál de los productos finales del tratamiento de excretas estaría dispuesto a aprovechar?

- a. Fertilizantes / Bioles
- b. Compost
- c. No estaría dispuesto

18. ¿Cuál es su ingreso económico mensual?

- a. Menor a 425 \$
- b. 425 \$
- c. 426 \$ - 850 \$
- d. Otro

19. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para dar mantenimiento anual a la tecnología?

- a. 20\$ - 30\$
- b. 30\$ - 40\$
- c. 40\$ - 50\$

20. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la construcción de la tecnología?



- a. \$350 - \$550
- b. \$550 - \$750
- c. \$750 - \$1050
- d. > \$1050
- e. Otro valor: 100

21. ¿Qué rango estaría dispuesto a pagar para la evacuación de excretas de la tecnología?

- a. \$110 (servicio vacuum- bomba manual/ familia)
- b. \$70 (lanquero toda la comunidad 4 horas 500\$ - 30 familias)

## **ANEXO IX**

### **EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE LA MEDICIÓN EN CAMPO DE LA DISTANCIA ENTRE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y EL SISTEMA DE SANEAMIENTO**

	
<p>Entrada al reservorio de la comuna San Rafael</p>	<p>Medición de la distancia desde el reservorio</p>
	
<p>Medición de la distancia del reservorio hasta la casa más cercana</p>	<p>Medición de la distancia del reservorio hasta la casa más cercana</p>



Medición de la distancia del reservorio hasta la casa más cercana

## **ANEXO X**

### **ESTIMACIÓN DEL PESO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN PARA LAS TECNOLOGÍAS LETRINA DE POZO ANEGADO Y BAÑO DE ARRASTRE HIDRÁULICO**

## Estimación del área de construcción de la letrina de pozo anegado

### Caseta

$$A = \text{base} \times \text{altura}$$

$$A = \text{base} \times (\text{altura caseta} + \text{altura de pozo anegado})$$

$$A = 1.90 \text{ m} \times (2.10 \text{ m} + 1.5 \text{ m})$$

$$A = 6.84 \text{ m}^2$$

### Pozo de percolación

$$A = \text{base} \times \text{altura}$$

$$A = 1.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$$

$$A = 3.75 \text{ m}^2$$

### Área total de la tecnología letrina de pozo anegado:

$$A_T = \text{Área de caseta} + \text{Área del pozo de percolación}$$

$$A_T = 6.84 \text{ m}^2 + 3.75 \text{ m}^2$$

$$A_T = 10.59 \text{ m}^2 \approx 10.6 \text{ m}^2$$

## Estimación del peso de construcción de la letrina de pozo anegado

### Peso de la caseta

Se estima se requiere de 186 bloques de (15x20x40) que pesan en promedio 12.7 kg cada uno, se realizó una regla de tres como se muestra:

$$1 \text{ bloque} \text{ _____ } 12.7 \text{ kg}$$

$$186 \text{ bloques} \text{ _____ } X$$

$$X = 2362.2 \text{ kg}$$

### Peso del pozo anegado y el pozo de percolación

Para la construcción de pozo de agua y pozo de percolación se requieren de 10 quintales de cemento y cada quintal contiene 50 kg. El pozo de percolación cuenta 2 mallas armex de 6 mm y cada una pesa alrededor de 4.42 kg.

$$\text{Peso del pozo anegado y de percolación} = \text{Peso del pozo anegado} + \text{Peso del pozo de percolación}$$



$$\text{Peso del pozo anegado y de percolación} = 10 \text{ quintales} \times (50\text{kg}) + 2 \text{ armex} (4.42\text{kg})$$

$$\text{Peso del pozo anegado y de percolación} = 508.84 \text{ kg}$$

### **Peso total de la tecnología letrina de pozo anegado**

$$\text{Peso total} = \text{Peso de la caseta} + \text{Peso del pozo anegado y de percolación}$$

$$\text{Peso total} = 2362.2 \text{ kg} + 508.84 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total} = 2871.04 \text{ kg}$$

### **Las unidades se transforman de kg a tonelada**

$$\text{Peso total} = 2871.04 \text{ kg} \times \frac{0.001 \text{ tonelada}}{1\text{kg}}$$

$$\text{Peso total} = 2.87 \text{ toneladas} \approx \mathbf{2.9 \text{ toneladas}}$$

## **Estimación del área de construcción del baño de arrastre hidráulico**

### **Caseta**

$$A = \text{base} \times \text{altura}$$

$$A = \text{base} \times (\text{altura caseta})$$

$$A = 1.90 \text{ m} \times (2.10 \text{ m})$$

$$A = 63.99 \text{ m}^2$$

### **Pozo de percolación**

$$A = \text{base} \times \text{altura}$$

$$A = 1.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$$

$$A = 3.75 \text{ m}^2$$

### **Caja repartidora**

$$A = \text{lado}^2$$

$$A = 0.4 \text{ m}^2$$

$$A = 0.16 \text{ m}^2$$

### **Pozos de acumulación**

Se calcula el área de los dos pozos de la siguiente manera:

$$A = 2 \text{ base } \times \text{ altura}$$

$$A = 2 (1 \text{ m } \times 4.3 \text{ m})$$

$$A = 8.6 \text{ m}^2$$

### Área total de la tecnología baño de arrastre hidráulico

$A_T = \text{Área de caseta} + \text{Área del pozo de percolación} + \text{Área caja repartidora} + \text{Área de pozos de acumulación}$

$$A_T = 3.99 \text{ m}^2 + 3.75 \text{ m}^2 + 0.16 \text{ m}^2 + 8.6 \text{ m}^2$$

$$A_T = 16.5 \text{ m}^2$$

## Estimación del peso de construcción del baño de arrastre hidráulico

### Peso de la caseta

Se estima se requiere de 186 bloques de (15x20x40) que pesan en promedio 12.7 kg cada uno, se realizó una regla de tres como se muestra:

$$1 \text{ bloque} \text{ _____ } 12.7 \text{ kg}$$

$$186 \text{ bloques} \text{ _____ } X$$

$$X = 2362.2 \text{ kg}$$

### Peso de los 2 pozos de acumulación, pozo de percolación y caja repartidora

Para la construcción de los pozos de acumulación, pozo de percolación y la caja repartidora se requieren de 20 quintales de cemento y cada quintal contiene 50 kg. Además de 3 mallas armex de 6 mm y cada una pesa alrededor de 4.42 kg.

*Peso de los pozos de acumulación, de percolación y caja repartidora = 3 peso armex + 20 quintales x peso por quintal*

*Peso de los pozos de acumulación, de percolación y caja repartidora = 3 x (4.42kg) + 20 x (50 kg)*

*Peso de los pozos de acumulación, de percolación y caja repartidora = 1013.23 kg*

### Peso total de la tecnología baño de arrastre hidráulico

*Peso total = Peso de la caseta + Peso de los pozos de acumulacion, de percolación y caja de registro*

$$\text{Peso total} = 2362.2 \text{ kg} + 1013.26 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total} = 3375.46 \text{ kg}$$

**Las unidades se transforman de kg a tonelada**

$$\text{Peso total} = 3375.46 \text{ kg} \times \frac{0.001 \text{ tonelada}}{1 \text{ kg}}$$

$$\text{Peso total} = \mathbf{3.4 \text{ toneladas}}$$

## **ANEXO XI**

### **EJEMPLO DE LA MATRIZ DE DECISIÓN**

	A	B	C	D	E
#	%	CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA LA MEJOR TECNOLOGÍA	CALIFICACIÓN 1= Deficiente 3=Adecuado 5=Muy bueno	Total, de C / (1.10, 2.3, 3.4, 4.4)	D*A
<b>1</b>	<b>40</b>	<b>FACTORES TÉCNICOS</b>			
1.1		Distancia entre fuente de abastecimiento de agua y sistema de saneamiento			
1.2		Permeabilidad del suelo			
1.3		Agua que necesita la tecnología para su funcionamiento			
1.4		Frecuencia de mantenimiento			
1.5		Facilidad de mantenimiento			
1.6		Tiempo de construcción			
1.7		Estabilidad del suelo			
1.8		Disponibilidad del terreno			
1.9		Tiempo de vida de la tecnología			
<b>1.10</b>		<b>Calificación total del factor técnico (45)</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>2</b>	<b>15</b>	<b>FACTORES SOCIALES</b>			
2.1		Disposición de materiales de higiene anal			
2.2		Aceptación cultural			
<b>2.3</b>		<b>Calificación total del factor social (10)</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>3</b>	<b>15</b>	<b>FACTORES AMBIENTALES</b>			
3.1		Aprovechamiento de residuos fecales			
3.2		Uso de agua por la tecnología			
3.3		Presencia de vectores			
<b>3.4</b>		<b>Calificación total del factor ambiental (15)</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>4</b>	<b>30</b>	<b>FACTORES ECONÓMICOS</b>			
4.1		Costos de mantenimiento			
4.2		Costos de construcción: material y mano de obra			
4.3		Costos de evacuación de excretas			
<b>4.4</b>		<b>Calificación total del factor económico (15)</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
	<b>100</b>				<b>0.00</b>