

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**FACTORES TECNOLÓGICOS QUE DETERMINAN  
LA SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE  
SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD NATIVA DE  
CAPERUCIA – RIO TAMBO – 2023**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Civil**

**Autor:  
Bach. Cristhian Alejandro Gaspar Ñavez**

**Asesores:  
Dr. Javier Amador Navarro Veliz  
Mag. David Ramos Piñas**

**Línea de Investigación Institucional: Salud y Gestión de Salud**

**Huancayo – Perú  
2024**

## **HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS**

---

**DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA**

**PRESIDENTE**

---

**MAG. LIDIA BENIGNA LARRAZABAL SANCHEZ**

**JURADO**

---

**MAG. WALDIR ALEXIS SANCHEZ MATTOS**

**JURADO**

---

**MAG. ERIKA GENOVEVA ZUÑIGA ALMONACID**

**JURADO**

---

**MAG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA**

**SECRETARIO DOCENTE**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a Dios y a mi padre Manuel Alejandro Gaspar Ticse que desde el cielo me manda todas sus vibras y fuerzas para vencer toda adversidad que se presenta en mis proyectos y metas.*

**Bach. Gaspar Ñavez Cristhian Alejandro**

## **AGREDECIMIENTO**

A Dios por darme la salud, la fuerza y esperanza de continuar luchando y vencer adversidades en mi vida familiar y profesional.

A mi querida madre María Ñavez Vila, por darme la vida, su amor, su tiempo y el apoyo incondicionalmente, te amo mamá.

A mi esposa Deysi, por su amor sincero, su fortaleza y su paciencia como esposa y madre. Gracias amor.

A mis hijos Angely, Honter y Milenka porque son el motivo de superación día a día.

A mis hermanos Alida, Williams, Alex, Edith y Rosario por su apoyo, sus consejos y la fe que me tienen para seguir progresando en mi vida profesional.

A mi mentor el ing. Jaime Eduardo Rupay Aguilar, por brindarme sus conocimientos, por sus sabios consejos, por su paciencia y el tiempo que me brinda para escucharme, estaré siempre agradecido con usted.

**Bach. Gaspar Ñavez Cristhian Alejandro**

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0132- FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **TESIS**; Titulado:

### FACTORES TECNOLÓGICOS QUE DETERMINAN LA SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD NATIVA DE CAPERUCIA – RIO TAMBO – 2023

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **BACH. GASPAR ÑAVEZ CRISTHIAN ALEJANDRO**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) Metodológico : **DR. NAVARRO VELIZ JAVIER AMADOR**

Asesor(a) Tematico : **MG. RAMOS PIÑAS DAVID**

Fue analizado con fecha **08/03/2024**; con **185 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

**Excluye citas.**

**Excluye Cadenas hasta 20 palabras.**

Otro criterio (especificar)

X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **16 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 08 de marzo de 2024.



**MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI**  
**JEFA**

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGREDECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>vi</b>
<b>CONTENIDO DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>CONTENIDO DE TABLAS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRAT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>17</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>19</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>19</b>
<b>1.1. Descripción del Problema.</b> .....	<b>19</b>
<b>1.2. Formulación y Sistematización del Problema.</b> .....	<b>20</b>
1.2.1. Problema General: .....	20
1.2.2. Problema Específicos: .....	21
<b>1.3. Justificación de la Investigación.</b> .....	<b>21</b>
1.3.1. Justificación Practica o Social .....	21
1.3.2. Justificación Científica o Teórica .....	21
1.3.3. Justificación Metodológica .....	22
<b>1.4. Delimitación del problema.</b> .....	<b>22</b>
1.4.1. Espacial .....	22
1.4.2. Temporal .....	24
1.4.3. Económico .....	24
<b>1.5. Limitaciones</b> .....	<b>24</b>
<b>1.6. Objetivos de la Investigación</b> .....	<b>24</b>
1.6.1. Objetivo General .....	24
1.6.2. Objetivos Específicos .....	24
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>26</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>26</b>
<b>2.1. Antecedentes</b> .....	<b>26</b>
2.1.1. Antecedentes Internacionales: .....	26
2.1.2. Antecedentes Nacionales: .....	28

2.1.3. Antecedentes Locales: .....	30
<b>2.2. Marco conceptual .....</b>	<b>32</b>
2.2.1. Bases teóricas de las variables.....	32
2.2.2. Opciones tecnológicas en abastecimiento de agua.....	34
2.2.3. Niveles de servicio en saneamiento.....	40
2.2.4. Opciones tecnológicas en saneamiento .....	40
2.2.5. Parámetro de diseño del sistema de agua potable .....	53
2.2.6. Parámetro de diseño del sistema de saneamiento.....	67
<b>2.3. Definición de términos .....</b>	<b>73</b>
<b>2.4. Hipótesis .....</b>	<b>85</b>
2.4.1. Hipótesis General. ....	85
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	85
<b>2.5. Variables.....</b>	<b>85</b>
2.5.1. Definición Conceptual de las variables. ....	85
2.5.2. Definición Operacional de las variables.....	86
2.5.3. Operacionalización de las variables. ....	87
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>88</b>
<b>3.1. Método de Investigación. ....</b>	<b>88</b>
<b>3.2. Tipo de Investigación. ....</b>	<b>89</b>
<b>3.3. Nivel de Investigación. ....</b>	<b>89</b>
<b>3.4. Diseño de Investigación.....</b>	<b>89</b>
<b>3.5. Población y muestra .....</b>	<b>90</b>
3.5.1. Población .....	90
3.5.2. Muestra.....	90
<b>3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>90</b>
<b>3.7. Procesamiento de la información.....</b>	<b>91</b>
<b>3.8. Técnicas y análisis de datos .....</b>	<b>91</b>

<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>92</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>92</b>
<b>4.1. Sistema de agua potable.....</b>	<b>92</b>
4.1.1. Opción tecnológica del sistema de abastecimiento agua.....	92
4.1.2. Diseño del sistema de agua potable.....	105
<b>4.2. Sistema de la disposición sanitaria de excretas.....</b>	<b>112</b>
4.2.1. Opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas .....	112
4.2.2. Diseño del sistema de disposición sanitaria de excretas .....	118
<b>4.3. Gestión social y económica .....</b>	<b>120</b>
4.3.1. Prestación de servicio institucional .....	120
4.3.2. Cuota familiar.....	121
4.3.3. Entorno político y social.....	123
4.3.4. Manual de operación y mantenimiento del sistema .....	123
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>125</b>
<b>5.1. Sistema de agua potable.....</b>	<b>125</b>
5.1.2.1. Parámetros de diseño .....	125
5.1.2.2. Captación o fuente de abastecimiento de agua.....	126
5.1.2.3. Línea de conducción.....	126
5.1.2.4. Sedimentador .....	126
5.1.2.5. Filtro lento .....	127
5.1.2.6. Reservorio apoyado .....	127
5.1.2.7. Línea de aducción y red de distribución.....	128
<b>5.2. Sistema de la disposición sanitaria de excretas.....</b>	<b>128</b>
<b>5.3. Gestión social y económica .....</b>	<b>130</b>
5.3.1. Prestación de servicio institucional .....	130
5.3.2. Cuota familiar.....	130

5.3.3. Entorno político y social.....	131
5.3.4. Manual de operación y mantenimiento del sistema .....	131
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>132</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>133</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>134</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>136</b>

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Localización del departamento .....	22
Figura 2: Localización de la provincia .....	23
Figura 3: Localización del distrito .....	23
Figura 4: Comunidad Nativa de Caperucia .....	23
Figura 5: Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento .....	37
Figura 6: Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento .....	38
Figura 7: Sistema de alcantarillado convencional .....	42
Figura 8: Sistema de alcantarillado condominial .....	44
Figura 9: Alcantarillado de pequeño diámetro .....	45
Figura 10: Letrina de pozo seco .....	49
Figura 11: Letrina de pozo seco ventilado.....	50
Figura 12: Letrina de compostera.....	51
Figura 13: Línea de conducción .....	61
Figura 14: Diseño de reservorio .....	64
Figura 15: Riachuelo “Osherato” .....	92
Figura 16: Excavación para muestra - calicata.....	93
Figura 17: Mapa del clima en la zona .....	94
Figura 18: Mapa de escuelas .....	96
Figura 19: Quebrada existente en la comunidad .....	102
Figura 20: caudal de la fuente .....	106
Figura 21: sedimentador - vista en planta.....	108
Figura 22: sedimentador - vista en corte .....	108
Figura 23: Filtro lento - vista en planta .....	109
Figura 24: Filtro lento - vista en corte .....	109
Figura 25: Calculo del volumen de almacenamiento .....	110
Figura 26: Reservorio - vista en planta.....	111
Figura 27: Mapa de la red de distribución.....	112
Figura 28: Análisis físico – químico .....	141
Figura 29: Análisis microbiológicos .....	142
Figura 30: Análisis de metales pesados.....	143
Figura 31: Aplicación del test de percolación .....	150

Figura 32: Comunidad Nativa de Caperucia .....	156
Figura 33: Comunidad Nativa de Caperucia .....	156
Figura 34: Comunidad Nativa de Caperucia .....	157
Figura 35: Comunidad Nativa de Caperucia .....	157
Figura 36: Ingreso principal a la Comunidad Nativa de Caperucia .....	158
Figura 37: Servicio de paneles solares en la Comunidad Nativa de Caperucia .....	158
Figura 38: Centro educativo de la Comunidad Nativa de Caperucia .....	159
Figura 39: Centro educativo de la Comunidad Nativa de Caperucia .....	159
Figura 40: Calles principales de las viviendas concentradas.....	160
Figura 41: Acceso a las viviendas alejadas o dispersas.....	160
Figura 42: Acceso a las viviendas alejadas o dispersas.....	161
Figura 43: Estadio de la Comunidad Nativa de Caperucia.....	161
Figura 44: Piscicultura en la Comunidad Nativa de Caperucia.....	162
Figura 45: Levantamiento topográfico – Comunidad Nativa de Caperucia.....	162
Figura 46: Levantamiento topográfico – Comunidad Nativa de Caperucia.....	163
Figura 47: Levantamiento topográfico – Comunidad Nativa de Caperucia.....	163
Figura 48: Levantamiento topográfico – Comunidad Nativa de Caperucia.....	164
Figura 49: Captación artesanal existente .....	164
Figura 50: Acceso hacia la captación .....	165
Figura 51: Acceso hacia el reservorio .....	165
Figura 52: Reservorio existente.....	166
Figura 53: Accesorios en pésima condiciones - Reservorio.....	166
Figura 54: Caseta de cloración inoperativo .....	167
Figura 55: Cámara rompe presión existente - inoperativo .....	167
Figura 56: Riachuelo – Proyección de cruce aéreo .....	168
Figura 57: Tramo de la línea de aducción .....	168
Figura 58: Pileta publica.....	169
Figura 59: Tubería PVC de 1" en mal estado .....	169
Figura 60: Adaptación para ducha.....	170
Figura 61: Adaptación para ducha.....	170
Figura 62: Conexión domiciliaria actual .....	171
Figura 63: No cuenta con lavadero.....	171
Figura 64: La red de distribución expuesto a la superficie.....	172

Figura 65: Falta de conocimiento técnico en la instalación de la red principal.....	172
Figura 66: Tubería expuesta - línea de aducción.....	173
Figura 67: Verificación de vivienda en la comunidad.....	173
Figura 68: Encuesta con pobladores de la comunidad de Caperucia .....	174
Figura 69: Encuesta con pobladores de la comunidad de Caperucia .....	174
Figura 70: letrina existente en la comunidad de Caperucia.....	175
Figura 71: letrina compartida por la población .....	175
Figura 72: Reunión con la Comunidad Nativa de Caperucia .....	176
Figura 73: Reunión con la Comunidad Nativa de Caperucia .....	176
Figura 74: Recorrido en la comunidad .....	177
Figura 75: Quebrada existente en la comunidad .....	177
Figura 76: Toma de muestras de la fuente de agua .....	178
Figura 77: Toma de muestras de la fuente de agua .....	178
Figura 78: Cadena de custodia de toma de muestra de agua .....	179
Figura 79: Calicata para análisis de suelo .....	180
Figura 80: Calicata para verificar el nivel freático .....	180
Figura 81: Calicata para test de percolación.....	181
Figura 82: Calicata para test de percolación.....	181
Figura 83: Enmarcación y excavación de poza para test de percolación .....	182
Figura 84: Test de percolación para determinar el tipo de UBS .....	182
Figura 85: Test de percolación para determinar el tipo de UBS .....	183
Figura 86: Test de percolación para determinar el tipo de UBS .....	183
Figura 87: Test de percolación para determinar el tipo de UBS .....	184
Figura 88: Test de percolación para determinar el tipo de UBS .....	184
Figura 89: Test de percolación para determinar el tipo de UBS .....	185
Figura 90: Test de percolación para determinar el tipo de UBS .....	185

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Factores a considerar en la selección de opciones tecnológicas .....	35
Tabla 2: Nivel de servicio.....	40
Tabla 3: Opción tecnológica de saneamiento .....	41
Tabla 4: Ventajas y desventajas de letrina de pozo seco.....	49
Tabla 5: Ventajas y desventajas de letrina de pozo seco.....	50
Tabla 6: Ventajas y desventajas de letrina de pozo seco.....	51
Tabla 7:Periodo de diseño de infraestructura sanitaria.....	53
Tabla 8: Dotación de agua según región. ....	55
Tabla 9: Dotación por número de habitante .....	55
Tabla 10: Dotación de agua según región .....	55
Tabla 11: Dotación de agua para centros educativos .....	56
Tabla 12: Determinación del Qmd para diseño .....	59
Tabla 13: Determinación del volumen de almacenamiento .....	59
Tabla 14: Selección del proceso de tratamiento del agua.....	63
Tabla 15: Dotación de agua para sistemas con arrastre hidráulico.....	68
Tabla 16: Operacionalización de variables.....	87
Tabla 17: Ubicación de la fuente .....	93
Tabla 18: Datos procesados .....	94
Tabla 19: Caudal de la fuente .....	95
Tabla 20: Cantidad de Alumnos por nivel.....	96
Tabla 21: tasa de crecimiento promedio anual .....	97
Tabla 22: Población futura comunidad de Caperucia.....	98
Tabla 23: Población futura inicial – Caperucia .....	98
Tabla 24: Población futura primaria – Caperucia.....	99
Tabla 25: Población futura secundaria – Caperucia .....	99
Tabla 26: Dotación de agua según forma de disposición de excreta.....	100
Tabla 27: Dotación de agua para centros educativos .....	100
Tabla 28: Cálculo de caudales para la comunidad de Caperucia .....	101
Tabla 29: Resumen de caudales para las estructuras.....	101
Tabla 30: Interpretación de resultados físico – químico.....	102
Tabla 31: Interpretación de resultados bacteriológicos .....	103

Tabla 32: Interpretación de resultados de metales pesados .....	103
Tabla 33: Selección del sistema de agua potable .....	104
Tabla 34: Periodo de diseño de infraestructura sanitaria.....	105
Tabla 35: calculo en la línea de conducción.....	107
Tabla 36: Dotación de agua según forma de disposición de excreta.....	113
Tabla 37: sistema de infiltración por clase de terreno y tiempo de infiltración .....	114
Tabla 38: Algoritmo de elección – población concentrada .....	116
Tabla 39: Algoritmo de elección - población dispersa .....	117
Tabla 40: Diseño del TSM .....	118
Tabla 41: Calculo de humedal .....	119
Tabla 42: Criterios de estandarización de componentes hidráulicos.....	138
Tabla 43: Variaciones de temperatura y precipitaciones.....	140
Tabla 44: Calculo de la demanda por tramo.....	144
Tabla 45: Calculo en las redes de agua.....	145
Tabla 46: Calculo de los nodos .....	148
Tabla 47: Costo de operación .....	151
Tabla 48: Costo de mantenimiento .....	152
Tabla 49: Costo de administración .....	153
Tabla 50: Costo de reposición .....	154
Tabla 51: Costo de la cuota familiar.....	155

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación estudia los factores tecnológicos para un proyecto de sistema de saneamiento básico y tiene como problema general: ¿De qué manera los factores tecnológicos influyen en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023?, como objetivo general es: Determinar de qué manera los factores tecnológicos influyen en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023 y la hipótesis general es Los factores tecnológicos influyen positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023. El método de estudio de esta investigación es científico con un enfoque de deducción e inducción, de tipo aplicada, de nivel de investigación descriptivo - correlacional y de diseño no experimental. En conclusión, se determinó que los factores tecnológicos influyen positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento en la Comunidad Nativa de Caperucia; conociendo la manera de identificar la metodología de opciones tecnológicas, elección y diseño, con una gestión socioeconómica.

**PALABRAS CLAVES:** Factores tecnológicos, sostenibilidad del sistema de saneamiento, opciones técnicas, sociales y económicas.

## **ABSTRAT**

The present research work studies the technological factors for a basic sanitation system project and has as a general problem: How do technological factors influence the sustainability of the sanitation system of the Caperucia Community of the District of Rio Tambo, Province of Satipo in the year 2023?, as a general objective is: Determine how technological factors influence the sustainability of the sanitation system of the Community of Caperucia, of the District of Rio Tambo, Province of Satipo in the year 2023 and the general hypothesis en Technological factors positively influence the sustainability of the sanitation system of the Caperucia Community, in the District of Rio Tambo, Province of Satipo in the year 2023. The study method of this research is scientific with a deduction and induction approach, applied type, descriptive-correlational research level and non-experimental design. In conclusion, it was determined that technological factors positively influence the sustainability of the sanitation system in the Native Community of Caperucia; knowing how to identify the methodology of technological options, choice and design, with socioeconomic management.

**KEYWORDS:** Technological factors, sustainability of the sanitation system, technical, social and economic options.

# INTRODUCCIÓN

El concepto de tecnología en saneamiento básico: Se debe definir qué se entiende por tecnología en el contexto del saneamiento básico rural, abordando diferentes enfoques y clasificaciones. Se debe proporcionar una visión general del saneamiento básico rural, destacando su importancia y los desafíos que enfrenta en términos de acceso a servicios de agua potable y saneamiento adecuados.

Los factores que influyen en la adopción de tecnologías de saneamiento básico rural: Se deben analizar los factores que afectan la adopción y el uso de tecnologías de saneamiento básico en las comunidades rurales, como factores económicos, sociales, culturales y ambientales.

En la presente tesis se ha planteado como objetivo principal determinar de qué manera los factores tecnológicos influyen en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023, respecto a la metodología, el método general de investigación viene a ser el método científico, el método específico de investigación es de deducción e inducción, el tipo de investigación será aplicada, el nivel de investigación para la presente investigación es de nivel explicativo.

El desarrollo de la investigación se ha estructurado en 5 capítulos que son los siguientes:

**El Capítulo I:** Es abordado en el planteamiento del problema. Donde se describe la realidad problemática en la comunidad de Caperucia, destacando la importancia de los factores tecnológicos en los servicios de agua potable y saneamiento básico.

**El Capítulo II:** Se centra en el Marco Teórico donde se presenta los antecedentes internacional, nacional y local relacionando con las tecnologías de saneamiento básico rural. Estos antecedentes proporcionan conocimiento relevante para poder comprender la importancia de las opciones técnicas, social y económico para la sostenibilidad del sistema de saneamiento básico.

**El Capítulo III:** Se concentra en la Metodología utilizada en la investigación, detallando el método de investigación inductivo-deductivo, el tipo de investigación aplicada y el nivel explicativo-correlacional de la investigación. teniendo como población de investigación: a la Comunidad Nativa de Caperucia y como muestra de investigación; las opciones tecnológicas.

**El Capítulo IV:** presenta los Resultados obtenidos, con influencia de los factores tecnológicos para determinar el diseño del sistema de agua potable y la disposición sanitaria de excretas.

**El Capítulo V:** en esta sección se procede en el Análisis y Discusión de Resultados. Finalmente se presenta las conclusiones, recomendaciones, matriz y anexos que sustenta la presente investigación.

**Bach. Cristhian Alejandro Gaspar Ñavez**

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción del Problema.**

La Comunidad Nativa de Caperucia se encuentra ubicado en el Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el Departamento de Junín, la población cuenta con viviendas concentradas y dispersas construidas de madera y paja, junco, juncia o calamina.

Actualmente cuenta con un sistema de abastecimiento de agua, captado de un riachuelo y almacenada en un reservorio de concreto armado de aproximadamente 15 m<sup>3</sup> con una caseta de cloración que se encuentra inoperativo , la línea de aducción y la red de distribución se encuentran expuesta a la superficie, las conexiones domiciliarias están distribuidos en algunas viviendas y otras viviendas acceden a piletas en mal estado que fueron, estas conexiones fueron instalada por los mismos comuneros sin cumplir con los criterios mínimos de diseño.

El agua que se consume en la Comunidad Nativa de Caperucia no es clorada y no es apta para el consumo humano, en las cuales los pobladores vienen padeciendo de enfermedades diarreicas, parasitosis, mayormente en los niños y ancianos.

Actualmente la población de Caperucia cuenta con un 20% de letrinas instaladas por el poblador y se encuentran en mal estado y el 80% hacen sus necesidades alrededor de la zona e incrementando la contaminación del suelo, los males olores y la

presencia de insectos que transmiten enfermedades diarreicas. Para esta eliminación de excretas la comunidad no cuenta con condiciones técnicas apropiadas como son estructuras o instalaciones sanitarias adecuadas y el tipo de tratamiento que se requiere en la zona, esto también se debe a los recursos y la falta de información.

Su topografía es suavemente ondulada y llana, existiendo superficies semiplanas y quebradas de poca profundidad en los alrededores. La población se encuentra asentada a una altura de 800 a 900 msnm., su tipo de suelo en la zona es de arcilla dura, y en la zona más alta es de arcilla con grava.

La Comunidad Nativa de Caperucia está conformada por 139 viviendas y 522 habitantes, actualmente alrededor de 70% de las viviendas se encuentran concentrada en 4 sectores y un 30% de las viviendas están dispersas.

En la Comunidad Nativa de Caperucia, actualmente su desarrollo se encuentra limitado por falta de criterios técnicos de diseño, información y practicas sociales y la economía adecuada para garantizar el buen funcionamiento del sistema, estas opciones tecnológicas ayudarían a la población en poder llevar una vida sostenible a la comunidad.

Actualmente estos niveles de servicio en la Comunidad Nativa de Caperucia son muy deficientes para lograr la sostenibilidad debido que no cuentan con los sistemas de agua y saneamiento básicos adecuados.

## **1.2. Formulación y Sistematización del Problema.**

### **1.2.1. Problema General:**

¿De qué manera los factores tecnológicos influyen en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia del Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023?

### **1.2.2. Problema Específicos:**

- a) ¿De qué manera el factor técnico influye en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia del Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023?
  
- b) ¿De qué manera el factor social influye en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023?
  
- c) ¿De qué manera el factor económico influye en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023?

### **1.3. Justificación de la Investigación.**

#### **1.3.1. Justificación Practica o Social**

La población receptora, logrará obtener una mejor calidad de vida implementando un servicio de saneamiento, ya que el estudio presenta un resultado factible para evitar las malas prácticas en disposición de excretas que de forma negativa. Esta investigación se realiza con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la comunidad nativa de Caperucia, para ello se plantea las opciones tecnológicas del sistema de agua y saneamiento básico para ello se tiene en cuenta la calidad de agua para la población, los estudios de ingeniería, como se llevará a cabo la operación y manteniendo para finalmente solucionar problemas de salud, mejorar la calidad de vida y el desarrollo de la comunidad.

#### **1.3.2. Justificación Científica o Teórica**

Esta investigación asiste en evaluar y diseñar las estructuras del sistema de agua potable y saneamiento básico, tomando en cuenta los criterios técnicos, económicos y social establecidos en el reglamento

nacional de edificaciones (RNE) y las normas del ministerio de vivienda construcción y saneamiento (MVCS).

### 1.3.3. Justificación Metodológica

Consiste en la descripción del estudio que propone realizar el investigado, expresando que se investigue y como se realizara teniendo en consideración la realidad que rodean a la Comunidad Nativo de Caperucia y a los hechos que son parte de su naturaleza.

## 1.4. Delimitación del problema.

### 1.4.1. Espacial

La presente investigación se desarrollará en la Comunidad Nativa de Caperucia, Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo, Departamento de Junín.

Figura 1: Localización del departamento



Figura 2: Localización de la provincia



Figura 3: Localización del distrito

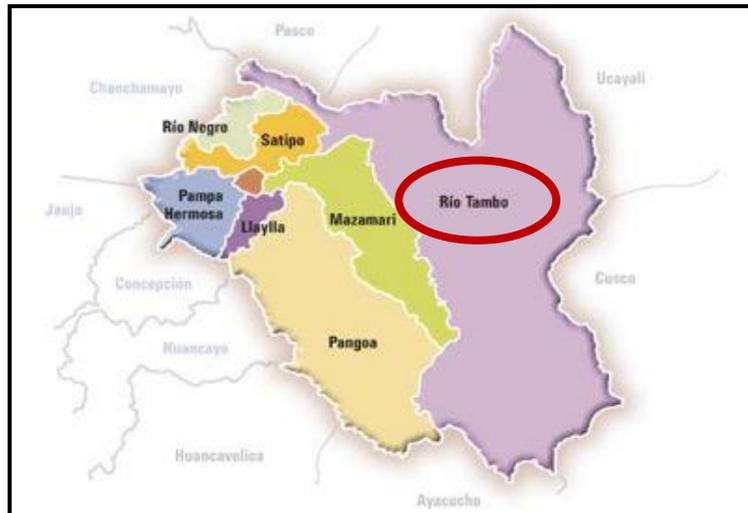


Figura 4: Comunidad Nativa de Caperucia



#### **1.4.2. Temporal**

La investigación se ejecutará entre los meses de agosto hasta el mes de noviembre del 2023.

#### **1.4.3. Económico**

Los gastos del desarrollo de la investigación serán asumidos con el 100% por del tesista.

### **1.5. Limitaciones**

La ejecución de la presente investigación se limita a recabar información de la comunidad nativa de Caperucia, perteneciente al distrito de Rio Tambo; ello implica la variabilidad de los factores técnico, social y económico en determinadas viviendas.

### **1.6. Objetivos de la Investigación**

#### **1.6.1. Objetivo General**

Determinar de qué manera los factores tecnológicos influyen en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.

#### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- a) Determinar de qué manera el factor técnico influye en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.
- b) Determinar de qué manera el factor social influye en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.

- c) Determinar de qué manera el factor económico influye en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales:

(Jaime Rojas & Jeffrey Sastoque, 2018) – **Colombia**, presentaron la tesis **Titulado:** “Protocolo para la Identificación de las condiciones de Saneamiento Básico en los Asentamientos Informales: colina (Ciudad Bolívar) y Fortuna (USME)”- Universidad de la Salle, para optar el grado de Ingeniero Civil; lo cual especifica como **objetivo general:** Evaluar a través del desarrollo de una herramienta de análisis, las condiciones de saneamiento básico en los asentamientos Colina (Ciudad Bolívar) y Fortuna (Usme) y Meza sectorial (Soacha), aplicando la **metodología:** Descriptiva, este tipo de investigación describe sistemáticamente las características de un área, zona o grupo de interés, obteniendo como **resultado:** se puede llegar al análisis y elección de la alternativa pertinente para el caso de estudio la cual fue el uso de pozos sépticos provisionales, junto con la reubicación del alcantarillado artesanal que poseen las comunidades, por medio de la aplicación de lo estipulado en la RAS 2016, con respecto a las características mínimas de profundidad de los alcantarillados, pendientes mínimas y demás recomendaciones que solucionarían parcialmente el saneamiento básico. en lo que **concluye:** Se encontraron diferentes opciones posibles en las que se utilizaron tecnologías ya aplicadas en diferentes lugares del país y fuera del él como los son las plantas de tratamiento de aguas residuales, biodigestores,

planta de tratamiento con sistema de riego de áreas verdes, pozo séptico particular como solución de alcantarillado.

(Ehiner Montiel & John Lenis, 2021) – **Colombia**, presento la tesis **Titulado:** “Aporte del proyecto Ciencia, Tecnología e Innovación en comunidades sostenibles para la paz al plan de gestión para la comunidades sostenibles para la paz al plan de gestión para la prestación del servicio de abastecimiento de agua y saneamiento básico en zona rural del esquema diferencial ASOGUAJIRA”, Universidad de la Salle, para optar el grado de Ingeniero Civil; lo cual especifica como **objetivo general:** Realizar la evaluación técnica del diseño, construcción y operación de las soluciones de abastecimiento, aprovisionamiento y saneamiento del recurso hídrico dentro de la vereda La Guajira comprendida en el proyecto Ciencia, Tecnología e Innovación en comunidades sostenibles para la paz, localmente conocido como Proyecto SIPIBAS, en el municipio de Mesetas, da como **resultado:** Con el fin de dar cumplimiento a la progresividad en las condiciones en que se presta el servicio de abastecimiento de agua y saneamiento básico en la zona rural, se adopta el Decreto 1898 de 2016, que las avala como esquemas diferenciales y a su vez, a partir de la expedición de la Resolución 844 de 2018, se establecen los requisitos técnicos que deben cumplir los proyectos que se realicen bajo esta figura, **concluyo:** En la zona rural existen soluciones locales para el abastecimiento y el aprovisionamiento de agua, pero hay falencias en la calidad del recurso, debido a que los pobladores no cuentan con la capacitación técnica que les permita montar sistemas de potabilización alternativos, además, que los insumos de potabilización que usualmente se emplean son de difícil ingreso debido a las condiciones geográficas y económicas del territorio, donde el acceso es una de las limitantes. Es notoria la ausencia de las entidades estatales a cargo de la prestación del servicio, localmente, esta responsabilidad la debe asumir los municipios y la gobernación.

(Daniel Quenta, 2022) – **Bolivia**, presento la tesis **Titulado:** “Evaluación y Propuesta de Mejoramiento de los Componentes del Sistema

de Agua Potable de la Comunidad de Siguaní Grande”, Universidad Mayor de San Andrés, para optar el grado de Ingeniero Civil; lo cual especifica como **objetivo general:** Evaluar y proponer, mejoras de los componentes de sistema de abastecimiento y suministro de agua potable, para analizar la demanda del lugar, ver la deficiencia existente en la misma y proponer alternativas de mejoramiento en los componentes de captación, conducción, regulación, tratamiento y distribución, da como **resultado:** Con el objetivo de realizar el diagnóstico actual del sistema de agua potable de la comunidad de Siguaní Grande, se realizó encuestas y entrevistas, a los encargados del sistema y población general, donde se obtuvo cifras estadísticas de ciertos parámetros y se vio la perspectiva de las familias ante la situación actual del sistema, luego se evaluó la situación de cada componente captación, aducción, tanque de regulación, tratamiento, red de distribución y conexiones domiciliarias. Además, se tomó parámetros para evaluar la cantidad, calidad y continuidad, del agua que es suministrada a esta comunidad, se **concluyó:** El empoderamiento de la comunidad con un sistema de agua es un tema de vital importancia para generar la sostenibilidad del sistema, puesto que es la propia comunidad quien realizara la operación y mantenimiento durante los años de servicio del sistema.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales:

(Rocío del Pilar Guzmán, 2021) – **Áncash**, presento su tesis **Titulado:** “Criterios para la elección de opciones tecnológicas en saneamiento rural en los centros poblados de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucru, distrito de Independencia – Huaraz – Ancash”, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, para optar el grado de Ingeniero Civil; menciona como **objetivo general:** determinar la opción tecnológica de saneamiento rural de acuerdo a los criterios de elección en los C.P. de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucru, distrito de Independencia – Huaraz – Ancash, da como **resultado:** Este capítulo tiene como objetivo resumir los resultados obtenidos en el ítem 4.2 Criterio técnico, 4.3 Criterio social y 4.4

Criterio económico en la zona de estudio, cada uno de los datos obtenidos en los ítems mencionados nos permiten la aplicación del algoritmo para la elección de la opción tecnológica en saneamiento rural, de tal manera, que podamos definir la opción tecnológica más factible en cada una de las viviendas de los centros poblados de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucu., **concluyendo:** En el centro poblado de Ucu, la elección de la opción tecnológica en saneamiento rural, depende del criterio técnico, pues la opción elegida no se ajusta al factor social y económico; ya que dicha opción no genera costos de mantenimiento ni incomodidades al momento del uso del servicio, pues la funcionalidad es igual al del sistema de alcantarillado sanitario, por ello se eligen las UBS tanque séptico mejorado con zanjas de percolación en todas las viviendas.

(Jolhner Enrique & Luis Valverde, 2021) – **Trujillo**, presentaron su tesis **Titulado:** “Implementación de unidades básicas de saneamiento basado mediante opciones tecnológicas actuales para proyectos de saneamiento rural en el distrito de Piás – Pataz – La Libertad, 2020”, Universidad Privada del Norte, para optar el grado de Ingeniero Civil; menciona como **objetivo principal:** Determinar la implementación de unidades básicas de saneamiento basado mediante opciones tecnológicas para proyectos de saneamiento rural en el distrito de Piás – Pataz – La Libertad. da como **resultado:** Conocer las Características Geográficas, los tipos de suelos e identificar la metodología de las opciones tecnológicas para la Implementación de Unidades, Básicas de Saneamiento en el Distrito de, finalmente **Concluyó:** El propósito de la investigación tiene por objetivo realizar la implementación de unidades básicas de saneamiento basado mediante opciones tecnológicas tales como: UBS de hoyo seco ventilado, UBS de Compostera, UBS de tanque séptico mejorado con pozo de absorción, UBS de tanque séptico mejorado con zanja de percolación, para proyectos de saneamiento rural el distrito de Piás - Pataz - La Libertad.

(Romario Villasante & Alexander Caballero, 2021) – **Abancay**, presentaron su tesis **Titulado:** “Índice de sostenibilidad en el sistema de

saneamiento básico en la localidad Anchicha, distrito Chacoche, provincia de Abancay – Apurímac, 2018” ,Universidad Tecnológica de los Andes, para optar el grado de Ingeniero Civil; menciona como **objetivo principal:** Determinar el índice de sostenibilidad en el sistema de saneamiento básico en la localidad de Anchicha, distrito de Chacoche, provincia de Abancay – Apurímac, 2018, da como **resultado:** Para evaluar el estado del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento en la localidad de Anchicha se consideran factores como el volumen de agua ofertado y demandado, número de personas atendidas y atendibles, continuidad de la fuente de agua, dosificación del cloro, nivel del cloro residual en el agua, análisis químico físico y bacteriológico del agua, estado físico de cada uno de los elementos del sistema en general., finalmente **Concluyó:** Del diagnóstico de la sostenibilidad del sistema de saneamiento básico en la localidad Anchicha, con respecto a las sub variables determinantes, tales como son: Estado de sistema, Operación y mantenimiento, Gestión de los servicios, presentan diferentes resultados. El sistema de abastecimiento de agua y saneamiento en general alcanzó 2.32 puntos, según tabla 9 califica como sistema no sostenible y en estado malo o en deterioro.

### 2.1.3. Antecedentes Locales:

(Michael Vargas, 2019) – **Huancayo**, presento su tesis **Titulado:** “Aspectos Técnicos y su Influencia en el Diseño del Sistema de Saneamiento Básico de la Localidad de Unión Ccano, Huancavelica”, Universidad Peruana los Andes, para optar el grado de Ingeniero Civil; menciona como **objetivo general:** Determinar los resultados que presenta los aspectos técnicos ingenieriles en el diseño del sistema integral de saneamiento básico en la localidad de Unión Ccano, Huancavelica., da como **resultado:** Estos aspectos técnicos ingenieriles también llamados parámetros técnicos son de suma importancia para el dimensionamiento de cada uno de los componentes del sistema de agua potable y saneamiento básico (letrinas por arrastre hidráulico) si es posible definir la propuesta técnica del sistema integral de

saneamiento básico en la Localidad de Unión Ccano, Distrito de Colcabamba, Provincia de Tayacaja – Departamento de Huancavelica., finalmente **Concluyó:** Que se ha determinado los resultados que presenta los aspectos técnicos ingenieriles que son fundamentales para el diseño del sistema integral de saneamiento básico, presentando el periodo de diseño de 20 años, con población de diseño que es de 358 habitantes, demanda de agua el cual se considera 80 lt/hab./día, obteniendo caudales de diseño promedio de 0.338 lts/seg, caudal máximo diario de 0.439 lts/seg, y el caudal máximo horario de 0.676 lts/seg., la disponibilidad hídrica que es de 3.31 lts/seg, y la calidad de agua que para el caso nuestro de investigación es considerado no perjudicial al organismo del ser humano.

(Zulma Raqui, 2017) – **Huancayo**, presento su tesis **Titulada:** “Caracterización y diseño del sistema de agua potable y saneamiento, de la comunidad nativa San Román de Satinaki – Perene - Chanchamayo – Región Junín, año 2016”; Universidad Continental, para optar el grado de Ingeniero Civil, su **objetivo general** menciona: Determinar la caracterización física y caracterización social de la Comunidad Nativa San Román de Satinaki - Perene - Chanchamayo - Región Junín, y su influencia en el diseño del sistema de agua potable y saneamiento. En lo que **concluye** que: La caracterización física para la selección del sistema de saneamiento, considerando los límites físicos del área, topografía, ocupación de las viviendas, disponibilidad de agua, ubicación respecto a las fuentes de agua, densidad poblacional, disponibilidad de terreno, calidad de suelo, permeabilidad de suelo, determina la selecciona el sistema condominial para la población concentrada de la comunidad y la caracterización social, de la Comunidad Nativa San Román de Satinaki, considerando la categoría de la población, sus características de la población determina la selección de un sistema de Saneamiento – alcantarillado condominial y UBS con biodigestores, así mismo la voluntad de participación en el proyecto.

## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Bases teóricas de las variables

#### 2.2.1.1. Factores técnicos

##### **Dotación:**

Este factor está vinculado con el nivel de servicio y están o se han considerado en los siguientes rangos (MVCS, 2004):

- **Mayores de 40 l/hab./día:** los servicios públicos de abastecimiento de agua serán mediante conexiones domiciliarias o en caso de un sistema que combine con pileta públicas.
- **De 20 a 40 l/hab./día:** el suministro comunitario era a través de piletas públicas.
- Y en el caso de emplearse otras técnicas de soluciones como pozos con bomba manual, sistemas cuya fuente es agua de lluvia, manantiales protegidos, se podrá considerar **dotaciones menores de 20 lt/hab./día.**

##### **Fuente:**

Las fuentes de abastecimiento de agua se clasifican en función de su procedencia y facilidad de tratamiento como:

- Superficial: lagos, ríos, canales, etc.
- Subterránea: aguas subálveas y profundas.
- Pluvial: aguas de lluvia.

##### **Rendimiento de la Fuente:**

Determina la cantidad y disponibilidad de agua que puede ser destinada para el abastecimiento, y permite definir el nivel de servicio al que puede acceder la comunidad a ser beneficiada.

### **Tipo de Fuente Subterránea:**

Las aguas subálveas y profundas pueden ser captadas por medio de manantiales de ladera o de fondo, galerías filtrantes y pozos perforados o excavados.

### **Ubicación de la Fuente:**

La fuente de agua puede estar ubicada por encima o por debajo de la localidad y permite definir si el abastecimiento es por gravedad o por bombeo.

## **2.2.1.2. Factores sociales**

### **Categoría de la población**

Se considera como comunidad rural a las localidades cuya población sea menor a 2,000 habitantes (MVCS, 2004).

### **Características de la población**

Están vinculadas con la distribución espacial de la población y pueden ser:

- **Concentrada:** corresponde a viviendas agrupadas formando calles y vías que determinan un crecimiento con tendencia a un núcleo urbano.
- **Dispersa:** con viviendas distanciadas unas de otras y sin un orden de desarrollo preestablecido.

## **2.2.1.3. Factores económicos**

### **Condición económica:**

Es un factor que permite definir la opción técnica y el nivel de servicio, al afectar directamente el monto de inversión para la construcción del sistema y los gastos de administración, operación y mantenimiento. Teniendo en cuenta los niveles de ingresos económicos de las poblaciones a ser atendidas, la condición puede ser (MVCS, 2004):

- **Baja:** Cuando los ingresos familiares corresponden a la mitad o menos del valor de la canasta familiar básica.
- **Medio:** Corresponde a ingresos familiares equivalentes entre la mitad y el valor de la canasta familiar básica.
- **Alta:** Cuando los ingresos familiares superen el valor de la canasta familiar básica.

### 2.2.2. Opciones tecnológicas en abastecimiento de agua

Son soluciones de ingeniería que permiten el adecuado abastecimiento de agua a una comunidad (MVCS, 2004).

Las opciones tecnológicas son las diferentes soluciones de ingeniería que se ajustan a las características físicas, económicas y sociales de las poblaciones. Permiten seleccionar la manera óptima de dotar servicios de calidad de agua potable y saneamiento a un costo compatible con la realidad local (OPS, 2008).

Las opciones tecnológicas para abastecimiento de agua están condicionadas por el rendimiento y la ubicación de las fuentes, por el tamaño y dispersión de la población, por su ubicación geográfica, condiciones climáticas, etc. Estas condiciones determinarán que la opción tecnológica sea "convencional" o "no convencional".

Para las poblaciones rurales, en la mayoría de los casos es posible utilizar sistemas de tecnología simple, que no demandan personal calificado o altos costos operativos. En su mayoría se constituyen de captaciones directas de las fuentes de abastecimiento; en algunos casos será necesario implantar una planta de tratamiento de agua, generalmente por proceso de filtración directa.

Tabla 1: Factores a considerar en la selección de opciones tecnológicas

Tipo de población	Concentrada
	Dispersa
Características locales	Clima
	Topografía
	Accesibilidad
Fuentes de abastecimiento disponibles	Subterránea
	Superficial
	Protección de la fuente
Caudal disponible	Cantidad
	Permanente
	Variable
Conducción del agua	Por gravedad
	Por bombeo
Calidad de la fuente / tratamiento requerido	Desinfección
	Tratamiento simplificado/desinfección
	Tratamiento químico/ desinfección
Mantenimiento requerido	Simple
	Intermedio
	Complejo
Niveles de pobreza	Muy pobre
	Pobre
	Regular
Capacidades locales	Muy baja
	Regular
	Buena

Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS-2008)

### 2.2.2.1. Sistemas convencionales de abastecimiento de agua

Son aquellos que brindan un servicio público de abastecimiento de mediante conexiones domiciliarias y/o piletas públicas, empleando un sistema de distribución de agua a través de redes (MVCS, 2004).

Son sistemas que son diseñados y construidos a partir de criterios de ingeniería claramente definidos y tradicionalmente aceptados, con un resultado preciso para el nivel de servicio establecido por el proyecto, ya sea a nivel de vivienda mediante conexiones domiciliarias o a nivel comunitario con piletas públicas (OPS, 2008).

Los sistemas convencionales están conformados por una combinación de unidades, de acuerdo a las características de la fuente de abastecimiento y de la población que se va abastecer. Las unidades son:

- **Captación.**
- **Línea de conducción o impulsión.**
- **Estación de bombeo de agua.**
- **Planta de tratamiento de agua.**
- **Reservorio.**
- **Línea de aducción.**
- **Red de distribución.**
- **Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas.**

La estación de bombeo de agua y planta de tratamiento de agua se tendrán según el requerimiento.

Para zonas rurales, es usual denominar los “sistemas por gravedad”, cuando la fuente de agua se encuentra a más altitud que los usuarios; y “sistemas por bombeo”, cuando la fuente se encuentra más abajo y se requiere el uso de bombas para entregar el agua a los usuarios.

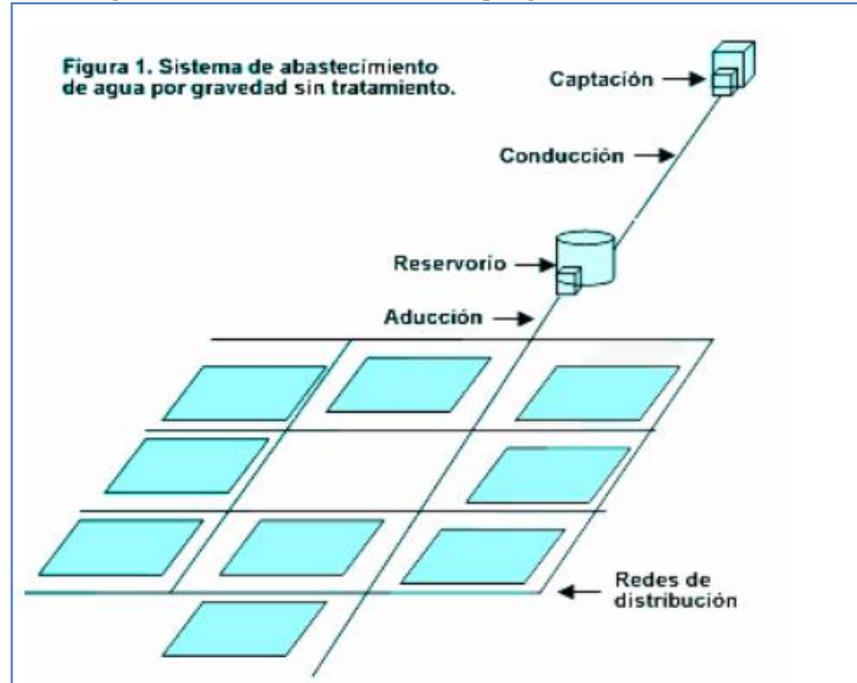
#### **A. Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento**

Son sistemas donde la fuente de abastecimiento de agua es de buena calidad y no requiere tratamiento complementario previo a su distribución; adicionalmente, no requieren ningún tipo de bombeo para que el agua llegue hasta los usuarios (OPS, 2008).

Las fuentes de abastecimiento son aguas subterráneas o subálveas. Las primeras afloran a la superficie como manantiales y la segunda es captada a través de galerías filtrantes.

La captación, de manantiales puede ser de ladera o de fondo, y para galerías filtrantes por drenes sub superficiales.

Figura 5: Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento



Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS-2008)

En estos sistemas, la desinfección no es muy exigente, ya que el agua que ha sido filtrada en los estratos porosos del subsuelo, presenta buena calidad bacteriológica. Los sistemas por gravedad sin tratamiento tienen una operación bastante simple, sin embargo, requieren un mantenimiento mínimo para garantizar el buen funcionamiento.

Las ventajas de los sistemas de gravedad sin tratamiento son:

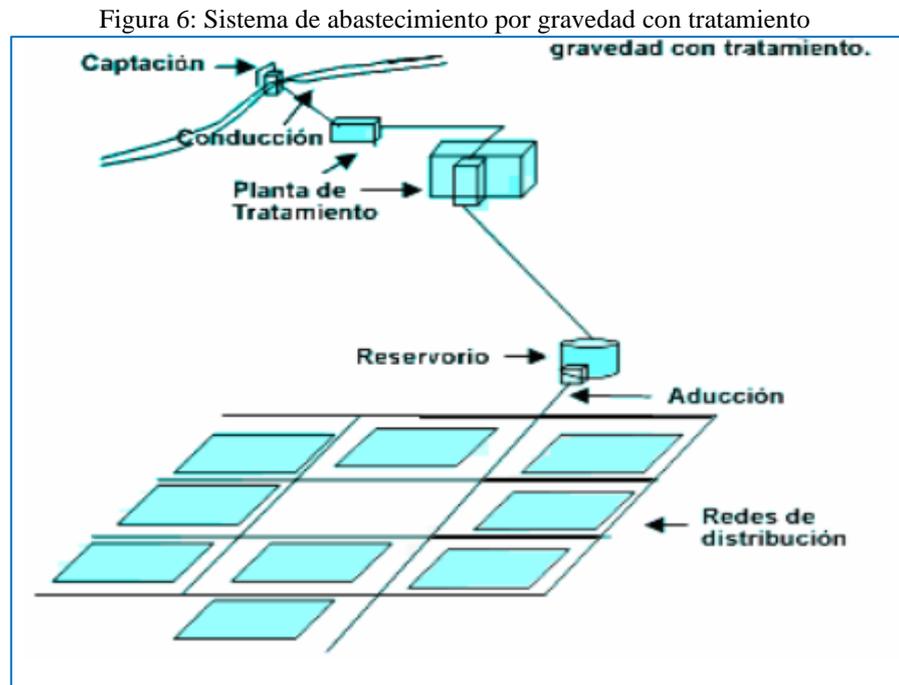
- **Bajo costo de inversión, operación y mantenimiento.**
- **Requerimientos de operación y mantenimiento reducidos.**
- **No requiere operador especializado.**
- **Baja o nula contaminación.**

#### **B. Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento**

Cuando las fuentes de abastecimiento aguas superficiales captadas encanales, acequias, ríos, etc., requieren ser clarificadas y

desinfectadas antes de su distribución. Cuando no hay necesidad de bombear el agua, los sistemas se denominan “por gravedad con tratamiento” (OPS, 2008).

Las plantas de tratamiento de agua deben ser diseñadas en función de la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda.



Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS-2008)

Estos sistemas tienen una operación más compleja que los sistemas sin tratamiento, y requieren mantenimiento periódico para garantizar la buena calidad del agua.

Al instalar sistemas con tratamiento, es necesario crear las capacidades locales para operación y mantenimiento, garantizando el resultado esperado.

#### **2.2.2.2. Posibles tratamientos de agua en los sistemas convencionales**

Cuando el agua presenta impurezas que impiden su consumo directo deberá ser previamente tratada. Los procesos de tratamiento deben ser definidos de acuerdo a la calidad del agua cruda y al tipo de impureza que se quiere remover. Para definir los requerimientos de tratamiento, es necesario conocer la calidad del agua durante un período mínimo de un año, ya que ocurren variaciones en los períodos de sequía y de lluvia. Para ello, deberán realizarse los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes. Muchos sistemas de tratamiento no funcionan adecuadamente porque la calidad del agua no ha sido evaluada correctamente (OPS, 2008).

En la selección de la fuente de abastecimiento, es necesario considerar la característica del agua y los requerimientos de tratamiento, asimismo, la capacidad local para el manejo de las unidades de tratamiento. De ser posible, deben ser evitados los procesos con coagulación química, que requieren insumos químicos y personal especializado para operación y mantenimiento. El diseño de una instalación de tratamiento de agua debe efectuarse de la manera más simplificada posible, evitándose equipamientos mecanizados o controles especializados.

Para el tratamiento en la localidad puede usarse:

- **Filtro lento de arena**
- **Filtro rápido**
- **Tratamiento químico**
- **Desinfección**

La filtración es el proceso físico mediante el cual se hace pasar el agua por lechos filtrantes, compuestos de diferentes materiales, los cuales retienen las partículas sólidas en suspensión, y los microorganismos, y remuevan color y turbidez del agua.

### 2.2.2.3. Elección de tecnologías para el abastecimiento del agua

Para seleccionar la opción tecnológica que corresponde aplicar en una comunidad, la primera pregunta es si esta cuenta con una fuente superficial de abastecimiento.

### 2.2.3. Niveles de servicio en saneamiento

Los niveles de servicio en saneamiento se refieren a las necesidades atendidas por el sistema implantado (OPS, 2008).

Pueden ser a nivel unifamiliar y multifamiliar. En el cuadro siguiente se muestran los niveles de servicio para las opciones tecnológicas en saneamiento.

Tabla 2: Nivel de servicio

NIVEL DE SERVICIO	
Multifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales
Unifamiliar	
Unifamiliar	Disposición de excretas

Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS-2008)

### 2.2.4. Opciones tecnológicas en saneamiento

La opción tecnológica en saneamiento comprende la solución de ingeniería que se ajusta a las características físicas locales y a las condiciones socio-económicas de la comunidad. Permiten seleccionar la manera óptima de dotar servicios de calidad de saneamiento a un costo compatible con la realidad local (OPS, 2008).

Las opciones tecnológicas en saneamiento están divididas en dos grupos y tienen correspondencia con los niveles de servicio:

- **Soluciones con recolección por red de tuberías.**
- **Soluciones sin red de recolección (disposición in situ).**

Tabla 3: Opción tecnológica de saneamiento

OPCIÓN TECNOLÓGICA		NIVEL DE SERVICIO		
CON SISTEMA DE RECOLECCIÓN	Alcantarillado convencional	Multifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales	
	Alcantarillado condominial			
	Alcantarillado de pequeño diámetro			
SIN SISTEMA DE RECOLECCIÓN	Unidad sanitaria y pozo séptico	Unifamiliar		
	Baños ecológicos con biodigestor	Unifamiliar		Disposición de excretas
	Letrina de hoyo seco ventilado			
	Letrina de pozo anegado			
	Letrina de cierre hidráulico			
Letrina compostera				

Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS-2008)

La dispersión de la población en pequeñas comunidades rurales prácticamente restringe la oferta de saneamiento a la disposición de excretas in situ (en el lugar mismo), quedando prácticamente no viable la implantación de sistemas con recolección por tuberías. A medida que aumenta el tamaño de la población, es posible adoptar sistemas de alcantarillado, complementados con plantas de tratamiento de desagües. Aun cuando se opte por tecnologías simplificadas, como sistemas condominales de alcantarillado y lagunas de estabilización para el tratamiento de desagües, los costos de inversión y los requerimientos de operación y mantenimiento se incrementan considerablemente.

La selección de una u otra opción tecnológica debe considerar los siguientes factores:

- Tamaño de la comunidad.
- Dispersión de las viviendas.
- Disponibilidad de agua.
- Recursos disponibles.
- Capacidad de los beneficiarios para la operación y mantenimiento.

### 2.2.4.1. Sistemas con recolección en tuberías

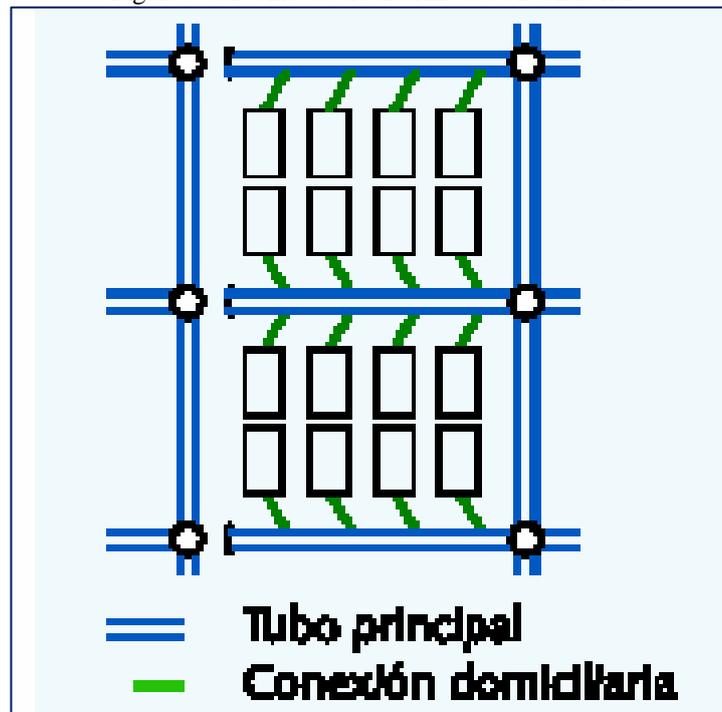
#### A. Alcantarillado convencional

En zonas rurales y pequeñas localidades, cuando el número de viviendas aumenta y se reduce la dispersión, y cuando las viviendas están dotadas de unidades sanitarias, es necesario proveer un sistema para recolección de las aguas residuales generadas (OPS, 2008).

El alcantarillado convencional es el sistema usualmente utilizado en zonas urbanas, siendo también empleado en algunos casos en zonas rurales o pequeñas comunidades.

Es un sistema por arrastre hidráulico, por lo tanto, el sistema de abastecimiento de agua debe prever la dotación de agua suficiente para su funcionamiento adecuado.

Figura 7: Sistema de alcantarillado convencional



Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS-2008)

La red de alcantarillado se asienta en el centro de las calles a una profundidad mínima de 1.20 m. Las aguas residuales provenientes de

los módulos sanitarios son recolectadas en las cajas de registro, de ahí descargan en la red de alcantarillado por medio de las conexiones domiciliarias. El diámetro mínimo de las redes es de 200 mm., excepcionalmente 150 mm., y el de las conexiones domiciliarias, 150 mm.

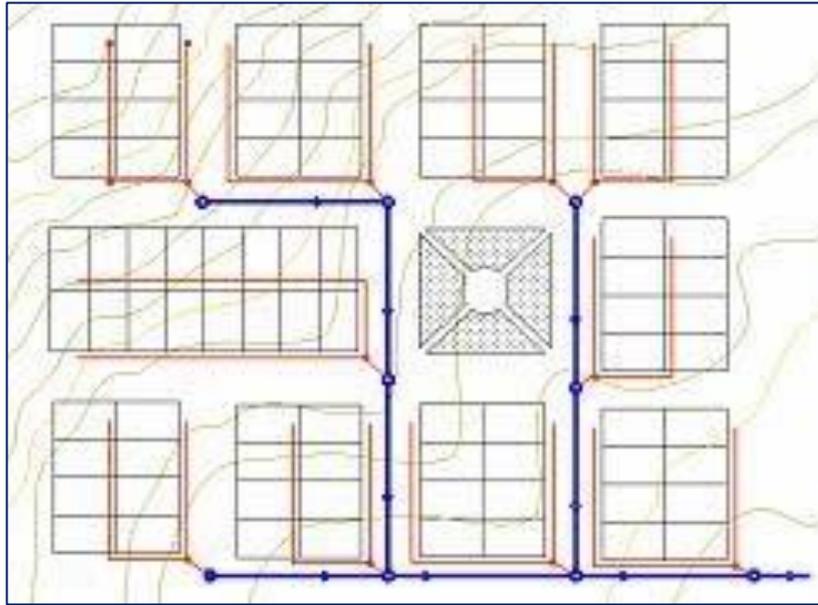
Las aguas servidas recolectadas deben ser conducidas a un sistema de tratamiento antes de la disposición final en el ambiente, para evitar la contaminación. El grado de tratamiento debe ser definido de acuerdo a la disposición final.

## **B. Alcantarillado condominial**

El sistema de alcantarillado condominial es una propuesta de infraestructura de bajo costo, que considera la integración de aspectos técnicos y sociales en su implementación. Con relación al sistema convencional, el alcantarillado condominial permite un ahorro en los costos de inversión alrededor de 40% y hasta más. Por otro lado, la incorporación del componente social resulta en mayor uso de la infraestructura, garantizando la rentabilidad económica y social para el proyecto.

Desde el punto de vista técnico, el sistema condominial divide la red de alcantarillado en dos componentes: el ramal condominial y las redes públicas. El ramal condominial atiende a un condominio (una manzana o un grupo de viviendas), y consiste en una red de menor diámetro (usualmente 100 mm) asentada en zonas protegidas alrededor de la manzana (veredas o jardines) o al interior de los lotes; como no recibe grandes esfuerzos externos (cargas vehiculares), puede asentarse a menor profundidad. La reducción del diámetro de la tubería y de su profundidad permite ahorros considerables en el costo de ejecución de la obra. Los domicilios se conectan a los ramales condominiales por medio de cajas condominiales, que a la vez tienen la función de elemento de inspección para mantenimiento.

Figura 8: Sistema de alcantarillado condominial



Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS-2008)

Los ramales condominiales se conectan a la red pública en un solo punto, quedando definido de esa manera el condominio como una unidad de atención al usuario. La red pública conduce los desagües hasta el sistema de tratamiento de desagües previo a su disposición final.

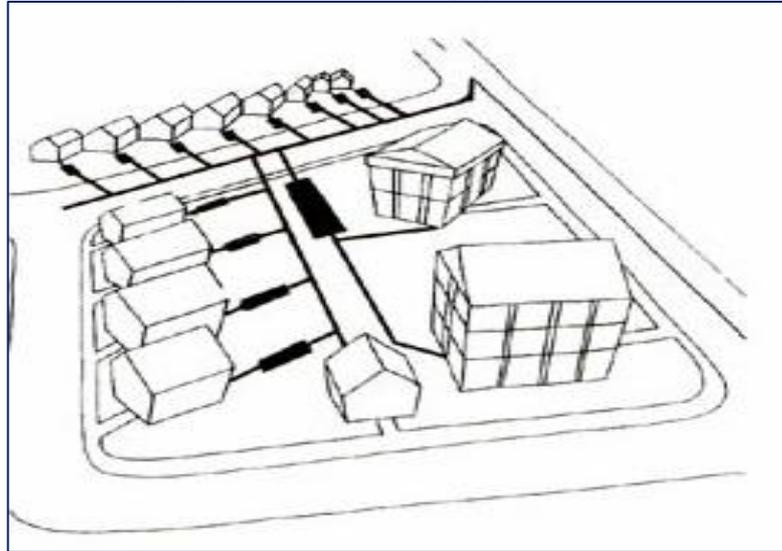
### C. Alcantarillado de pequeño diámetro

En el sistema de alcantarillado de pequeño diámetro, las aguas residuales son previamente sedimentadas en un tanque séptico unifamiliar, instalado a la salida de la caja de registro. La descarga del tanque se conecta a la red de alcantarillado, que tiene un diámetro mínimo de 100mm.

El diseño de este sistema resulta más económico que el convencional. Cuando los tanques sépticos están situados en la parte trasera de las propiedades, los colectores pueden ser asentados en áreas protegidas, a menores profundidades, reduciéndose aún más el costo del sistema.

Como se efectúa la remoción de sólidos previamente a la descarga a la red de alcantarillado, los requerimientos de mantenimiento se reducen significativamente en la red. La reducción de la carga orgánica en el desagüe recolectado también se reflejará en una economía en el sistema de tratamiento.

Figura 9: Alcantarillado de pequeño diámetro



Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS-2008)

Sin embargo, es necesario prever la limpieza y el mantenimiento periódico de los tanques sépticos, la que estará a cargo de cada usuario.

#### **2.2.4.2. Criterios para la elección técnica de letrinas sanitaria**

Para la selección de la tecnología de disposición sanitaria de excretas in situ que debe aplicarse, es necesario tener en cuenta una serie de factores de orden técnico, económico social y cultural. El conocimiento cabal de estos factores resulta vital para la selección de la tecnología más conveniente (MVCS, 2004).

#### 2.2.4.2.1. Factores de selección

Los principales factores y consideraciones a tenerse en cuenta para la selección de tecnología son:

##### a) Factores técnicos:

- **Cantidad de agua utilizada en la descarga:** las tecnologías de saneamiento están compuestas por las que requieren de agua y aquellas que no la requieren. Generalmente las que requieren muy poca cantidad de agua y las que no la necesitan, realizan la disposición de los desechos fisiológicos “in situ”, mientras que, en áreas atendidas con conexiones domiciliarias de agua, se opta por la disposición a distancia. Por ello, se ha considerado la cantidad de agua disponible para la descarga, como el punto de partida para la identificación de la solución de saneamiento más conveniente.
- **Fuentes de agua:** las fuentes subterráneas de abastecimiento de agua son las más expuestas a ser contaminadas por los sistemas de saneamiento “in situ”, siendo los pozos someros, tanto excavados como perforados, los más expuestos en comparación con los pozos profundos.
- **Densidad poblacional:** la menor o mayor dispersión de viviendas en el área de intervención puede inducir a seleccionar una solución del tipo individual, familiar o pública.
- **Distancia entre pozo de agua y letrina o pozo de infiltración > 25 m.:** las soluciones “in situ” deben ubicarse a una distancia mínima de 25 m de la fuente de agua subterránea para garantizar que el agua no se contamine por la infiltración de los desechos fisiológicos dispuestos en el subsuelo.

- **Facilidades de limpieza:** el uso de letrinas de un solo pozo, tanques sépticos o letrinas anegadas, demandan de la presencia de las facilidades necesarias para el vaciado periódico de los mismos.
- **Disponibilidad de terreno:** la aplicación de sistemas de saneamiento “in situ” del tipo familiar considera la necesidad que el interesado disponga de área al interior del predio, de lo contrario se tendrá que optar por soluciones multifamiliares o de otra índole.
- **Suelo fisurado:** es un factor muy importante para el tratamiento de las soluciones “in situ”, por que facilitan la rápida infiltración de los desechos líquidos al subsuelo causando la contaminación de las fuentes subterráneas de agua. En estos casos, es necesario considerar la construcción de barreras al interior de los pozos para el control de la contaminación.
- **Permeabilidad del suelo:** son suelos permeables con suficiente capacidad de absorción, permiten viabilizar las soluciones del tipo “in situ” húmedo; como, por ejemplo: la letrina de cierre hidráulico, tanque séptico o letrina de pozo anegado.
- **Zona inundable:** afectan substancialmente en la selección de la opción tecnológica obligando a colocar las soluciones tradicionales por encima del nivel de inundación.
- **Aguas subterráneas:** al igual que el caso anterior, los altos niveles en la napa freática de agua, conducen a emplear las soluciones tradicionales por encima del nivel del suelo.

- **Estabilidad del suelo:** son suelos no cohesivos o no consolidados requieren entibar las paredes de las excavaciones, cosa que no sucede con los suelos cohesivos o consolidados. Para suelos rocosos, las soluciones in situ pueden conducir a la construcción de pozos por encima del nivel del suelo.
- **Tipo de saneamiento recomendado:** es la opción tecnológica que se adecúan a las necesidades de la comunidad a la vez que se ajusta a las características físicas, económicas y sociales de la misma.

#### b) Factores sociales

- **Método de limpieza anal:** los tipos de materiales empleados en la limpieza anal influyen en la determinación del volumen del pozo y el tipo de aparato sanitario.
- **Aprovechamiento de los residuos fecales:** el aprovechamiento voluntario o tradicional de los desechos fecales ayuda a definir la alternativa de solución.

#### c) Factores económicos

- **Gastos de capital y de mantenimiento:** es un indicador que limita en gran medida la selección de la opción tecnológica y del nivel de servicio.

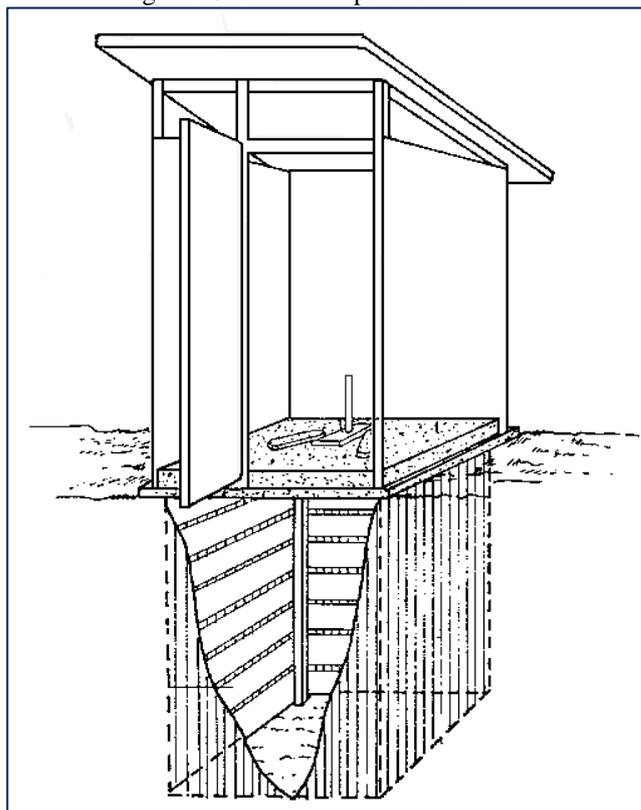
#### 2.2.4.2.2. Saneamiento in situ seco

##### A. Letrina de pozo seco

Compuesta de un espacio destinado al almacenamiento de las heces, del tipo pozo cuando las características del suelo favorezcan su excavación, y del tipo cámara cuando el nivel de las aguas

subterráneas es elevado, el suelo subyacente es rocoso o el terreno es de difícil excavación. En terrenos inestables o fácilmente deleznable, las paredes verticales del pozo son protegidas con otros materiales para evitar su desmoronamiento. La losa, que sirve de apoyo a la caseta, cuenta con un orificio que se utiliza para disponer las excretas o para colocar el aparato sanitario. Este orificio o abertura requiere de una tapa para evitar la proliferación de los malos olores y el ingreso de moscas al interior de la caseta o del pozo.

Figura 10: Letrina de pozo seco



Fuente: MVCS – 2004

Tabla 4: Ventajas y desventajas de letrina de pozo seco

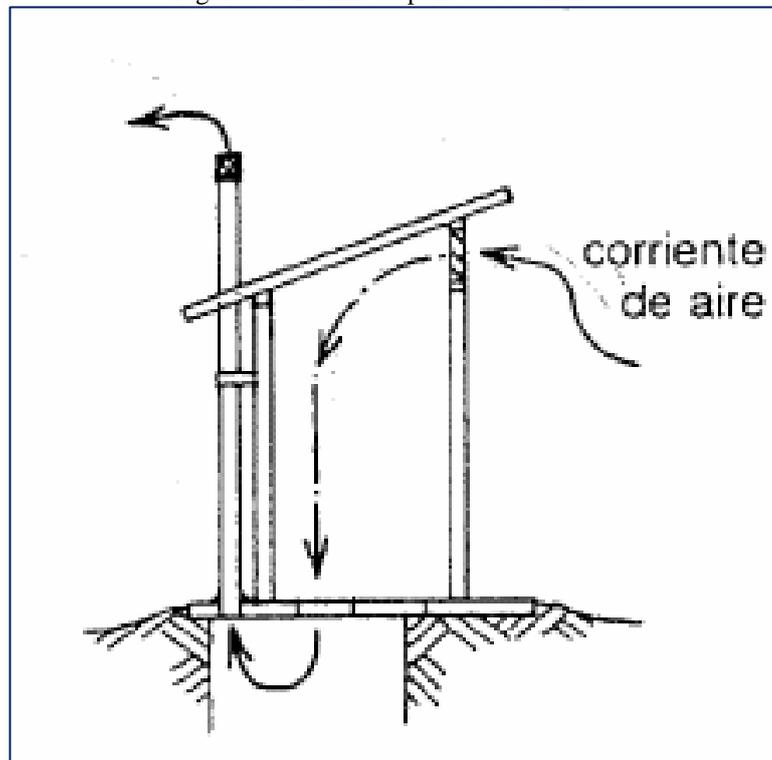
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo costo</li> <li>• Puede ser construida fácilmente por el usuario.</li> <li>• No necesita agua para funcionar.</li> <li>• Facilidad de uso y mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probabilidad de proliferación de insectos y emanación de olores, si no se tiene tapado el hoyo.</li> </ul>

Fuente: MVCS – 2004

## B. Letrina de pozo ventilado

Este tipo de letrina es similar al anterior, con la excepción que la losa lleva un orificio adicional para la ventilación del pozo. De esta manera, las molestias causadas por las moscas y los olores son reducidas considerablemente a través de la ventilación del pozo.

Figura 11: Letrina de pozo seco ventilado



Fuente: MVCS – 2004

Tabla 5: Ventajas y desventajas de letrina de pozo seco

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bajo Costo</li><li>• Puede ser construida fácilmente por el usuario.</li><li>• Minimiza la presencia de insectos.</li><li>• No necesita agua para funcionar.</li><li>• Fácil de usar y mantener</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• El interior de la caseta debe mantenerse en penumbra.</li><li>• Ubicación Inadecuada de la tubería de ventilación, perjudica su funcionamiento.</li></ul>

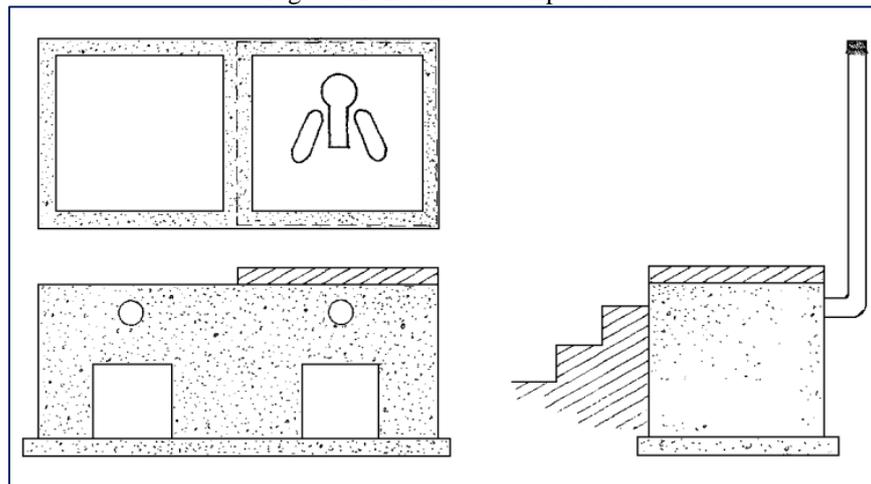
Fuente: MVCS – 2004

## C. Letrina de compostera

Está compuesta por dos cámaras impermeables e independientes, donde se depositan las heces y se induce el proceso de secado por

medio de la adición de tierra, cal o cenizas. Para tal efecto la orina debe ser separada de las heces para minimizar el contenido de humedad y facilitar el deshidratado de las heces. El control de humedad de las heces y su mezcla periódica permite obtener cada doce meses un compuesto rico en materia orgánica, con muy bajo contenido de microorganismos patógenos y que se puede utilizar como mejorador de suelos agrícolas, al cabo de ese tiempo.

Figura 12: Letrina de compostera



Fuente: MVCS – 2004

Tabla 6: Ventajas y desventajas de letrina de pozo seco

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se produce compost útil para la agricultura.</li> <li>• No necesita agua para funcionar.</li> <li>• La orina diluida puede ser utilizada como fertilizante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La orina debe ser separada y diluida para su disposición final.</li> <li>• Es más costosa que la letrina de pozo seco ventilado.</li> <li>• Después de cada uso es necesario agregar cenizas, tierra seca o material vegetal para mantener seca las heces y minimizar la generación de olores.</li> <li>• Demanda la mezcla periódica de las heces para acelerar su secado.</li> <li>• Requiere mayor capacitación para su uso y mantenimiento</li> <li>• El proceso de compostaje, requiere de ciertos cuidados, herramientas y tiempo de maduración.</li> </ul>

Fuente: MVCS – 2004

### **2.2.4.2.3. Selección de letrinas sanitarias**

La elección de la tecnología apropiada idónea a las condiciones físicas, económicas y sociales de la comunidad se hace mediante un análisis integral de la zona. Una buena elección de la tecnología, además de una buena operación y mantenimiento, hacen de ésta la solución ideal a los problemas de saneamiento de la comunidad, sin ser necesaria una alta inversión para su implementación. El uso de Algoritmos de selección ayuda en gran medida la elección de este sistema, ya que toma en cuenta los puntos más importantes para su elección, como son: situación económica, características del terreno, costumbres y la educación sanitaria que tenga la comunidad. La implementación de una tecnología, muchas veces nueva para personas de áreas rurales en extrema pobreza, va de la mano con la capacitación y evaluación del funcionamiento de cada sistema implantado (MVCS, 2004).

La secuencia de aplicación de los factores tecnológicos, económicos y sociales son decisivos para una buena selección; por ello y luego de un profundo análisis se ha optado por la siguiente secuencia (OPS/CEPIS/UNATSABAR, 2002):

- a.** Método de limpieza anal
- b.** Agua disponible y/o utilizada para descarga.
- c.** Abastecimiento por pozos familiares
- d.** Gastos de capital y de mantenimiento.
- e.** Densidad de la población.
- f.** Distancia pozo de agua a letrina o pozo de infiltración > 25 m.
- g.** Aprovechamiento de residuos fecales.
- h.** Medios disponibles para vaciar el tanque/hoyo.
- i.** Disponibilidad de terreno.
- j.** Suelo fisurado.
- k.** Suelo permeable.

- l. Zona inundable.
- m. Aguas subterráneas cerca de la superficie.
- n. Tipo de suelo duro (excavación difícil).
- o. Tipo de saneamiento (opción tecnológica).

## 2.2.5. Parámetro de diseño del sistema de agua potable

### 2.2.5.1. Periodo de diseño:

El período de diseño se determina considerando los siguientes factores (MVCS, 2018):

- Vida útil de las estructuras y equipos.
- Vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria
- Crecimiento poblacional.
- Economía de escala

Como año cero del proyecto se considera la fecha de inicio de la recolección de información e inicio del proyecto, los períodos de diseño máximos para los sistemas de saneamiento deben ser los siguientes:

Tabla 7: Periodo de diseño de infraestructura sanitaria

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>PERIODO DE DISEÑO</b>
✓ Fuente de abastecimiento	20 años
✓ Obra de captación	20 años
✓ Pozos	20 años
✓ Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
✓ Reservorio	20 años
✓ Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
✓ Estación de bombeo	20 años
✓ Equipos de bombeo	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Fuente: RM-192-2018-VIVIENDA (MVCS)

### 2.2.5.2. Población de diseño:

Para estimar la población futura o de diseño, se debe aplicar el método aritmético, según la siguiente fórmula:

$$Pd = Pi * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right)$$

**Donde:**

Pi : Población inicial (habitantes)

Pd : Población futura o de diseño (habitantes)

r : Tasa de crecimiento anual (%)

t : Período de diseño (años)

Es importante indicar:

- La tasa de crecimiento anual debe corresponder a los períodos intercensales, de la localidad específica.
- En caso de no existir, se debe adoptar la tasa de otra población con características similares, o en su defecto, la tasa de crecimiento distrital rural.
- En caso, la tasa de crecimiento anual presente un valor negativo, se debe adoptar una población de diseño, similar a la actual ( $r = 0$ ), caso contrario, se debe solicitar opinión al INEI.

### 2.2.5.3. Dotación:

La dotación es la cantidad de agua que satisface las necesidades diarias de consumo de cada integrante de una vivienda, su selección depende del tipo de opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas sea seleccionada y aprobada bajo los criterios establecidos, las dotaciones de agua según la opción tecnológica para la disposición

sanitaria de excretas y la región en la cual se implemente son (MVCS, 2018):

Tabla 8: Dotación de agua según región.

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLÓGICA (l/hab.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRÁULICO (TANQUE SÉPTICO MEJORADO)
<b>COSTA</b>	60	90
<b>SIERRA</b>	50	80
<b>SELVA</b>	70	100

Fuente: RM-192-2018-VIVIENDA (MVCS)

Tabla 9: Dotación por número de habitante

Población (habitantes)	Dotación (lts/hab/día)
Hasta 500	60
500-1000	60-80
1000-2000	80-100

Fuente: Agüero Pitman – 1997

Tabla 10: Dotación de agua según región

Región	Dotación (lts/hab/día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Fuente: Agüero Pitman – 1997

Para el caso de piletas públicas se asume 30 l/hab/d, para las instituciones educativas en zona rural debe emplearse la siguiente dotación:

Tabla 11: Dotación de agua para centros educativos

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/alumno.d)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Fuente: RM-192-2018-VIVIENDA (MVCS)

#### 2.2.5.4. Variaciones de consumo

##### a. Consumo promedio diario anual ( $Q_p$ )

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación de consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litro por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente ecuación (Roger, 1997):

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

**Donde:**

$Q_p$  : Caudal promedio diario anual en l/s

$Dot$  : Dotación en l/hab.d

$P_d$  : Población de diseño en habitantes (hab)

##### b. Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ )

Se debe considerar un valor de 1.3 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$  de este modo:

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_p$$

**Donde:**

$Q_p$  : Caudal promedio diario anual en l/s

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario en l/s

**c. Consumo máximo horario (Qmh):**

Se debe considerar un valor de 2.0 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$  de este modo:

$$Q_{md} = 2.0 \times Q_p$$

**Donde:**

**$Q_p$**  : Caudal promedio diario anual en l/s

**$Q_{mh}$**  : Caudal máximo horario en l/s

**2.2.5.5. Tipos de fuentes de abastecimiento de agua**

**a. Criterios para la determinación de la fuente**

La fuente de abastecimiento se debe seleccionar de acuerdo a los siguientes criterios (MVCS, 2018):

- Calidad de agua para consumo humano.
- Caudal de diseño según la dotación requerida.
- Menor costo de implementación del proyecto.
- Libre disponibilidad de la fuente.

**b. Rendimiento de la fuente**

Todo proyecto debe considerar evaluar el rendimiento de la fuente, verificando que la cantidad de agua que suministre la fuente sea mayor o igual al caudal máximo diario. En caso contrario, debe buscarse otras fuentes complementarias de agua.

**c. Necesidad de estaciones de bombeo**

En función de la ubicación del punto de captación y la localidad, los sistemas pueden requerir de una estación de bombeo, a fin de impulsar el agua hasta un reservorio o Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). Debe procurarse obviar este tipo de infraestructura, debido al incremento del costo de operación y mantenimiento del sistema, salvo sea la única solución se puede incluir en el planteamiento técnico.

#### **d. Calidad de la fuente de abastecimiento**

Para verificar la necesidad de una PTAP, debe tomarse muestras de agua de la fuente y analizarlas, la eficiencia de tratamiento del agua de la PTAP para hacerla de consumo humano debe cumplir lo establecido en el Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano (DIGESA-MINSA) y sus modificatorias.

Asimismo, debe tenerse en cuenta la clasificación de los cuerpos de agua, según los estándares de calidad ambiental (ECA-AGUA), toda vez que definen si un cuerpo de agua puede ser utilizado para consumo humano, según la fuente de donde proceda.

El Decreto Supremo N°002-2008-MINAM y sus normas modificatorias o complementarias por el que se aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, define:

- **Tipo A1:** aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (fuente subterránea o pluvial).
- **Tipo A2:** aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (fuente superficial).

#### **2.2.5.6. Estandarización de diseño hidráulicos**

Los diseños de los componentes hidráulicos para los sistemas de saneamiento se deben diseñar con un criterio de estandarización, lo que permite que exista un único diseño para similares condiciones técnicas. Los criterios de estandarización se detallan a continuación (ver Anexo 02).

Para que el proyectista utilice adecuadamente los componentes desarrollados para expediente técnico acerca de los componentes

hidráulicos de abastecimiento de agua para consumo humano, deben seguir los siguientes pasos:

- Realizar el cálculo del caudal máximo diario (Qmd)
- Determinar el Qmd de diseño según el Qmd real.

Tabla 12: Determinación del Qmd para diseño

RANGO	Q <sub>md</sub> (REAL)	SE DISEÑA CON:
1	< de 0,50 l/s	0,50 l/s
2	0,50 l/s hasta 1,0 l/s	1,0 l/s
3	> de 1,0 l/s	1,5 l/s

Fuente: RM-192-2018-VIVIENDA (MVCS)

- En la Tabla 12, se menciona cuáles son los componentes hidráulicos diseñados en base al criterio del redondeo del Qmd.
- Para el caso de depósitos de almacenamiento de agua como cisternas y reservorios se tiene el siguiente criterio:

Tabla 13: Determinación del volumen de almacenamiento

RANGO	V <sub>alm</sub> (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservorio	≤ 5 m <sup>3</sup>	5 m <sup>3</sup>
2 – Reservorio	> 5 m <sup>3</sup> hasta ≤ 10 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>
3 – Reservorio	> 10 m <sup>3</sup> hasta ≤ 15 m <sup>3</sup>	15 m <sup>3</sup>
4 – Reservorio	> 15 m <sup>3</sup> hasta ≤ 20 m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup>
5 – Reservorio	> 20 m <sup>3</sup> hasta ≤ 40 m <sup>3</sup>	40 m <sup>3</sup>
1 – Cisterna	≤ 5 m <sup>3</sup>	5 m <sup>3</sup>
2 – Cisterna	> 5 m <sup>3</sup> hasta ≤ 10 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>
3 – Cisterna	> 10 m <sup>3</sup> hasta ≤ 20 m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup>

Fuente: RM-192-2018-VIVIENDA (MVCS)

De resultar un volumen de almacenamiento fuera del rango, el proyectista debe realizar el cálculo de este para un volumen múltiplo de 5 siguiendo el mismo criterio de la Tabla 13.

## **2.2.5.7. Componentes del sistema de abastecimiento de agua potable**

### **2.2.5.7.1. Captación de agua**

Elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable, en el lugar de afloramiento se construye una estructura de captación que permita recolectar el agua, para que luego pueda ser conducida mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento (Roger, 1997).

#### **Tipo de captación:**

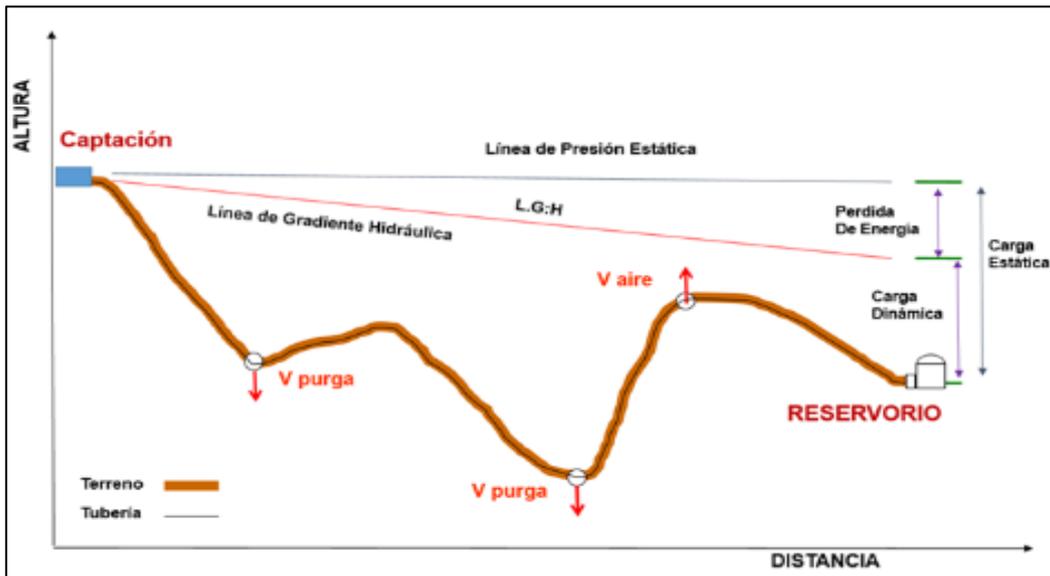
- a.** Baraje fijo in canal de derivación.
- b.** Barraje fijo con canal de derivación.
- c.** Manantial de ladera.
- d.** Manantial de fondo.
- e.** Galería filtrante.

### **2.2.5.7.2. Línea de conducción**

Es la estructura que permite conducir el agua desde la captación hasta la siguiente estructura, que puede ser un reservorio o planta de tratamiento de agua potable. Este componente se diseña con el caudal máximo diario de agua; y debe considerar: anclajes, válvulas de purga, válvulas de aire, cámaras rompe presión, cruces aéreos, sifones.

El material a emplear debe ser PVC; sin embargo, bajo condiciones expuestas, es necesario que la tubería sea de otro material resistente (MVCS, 2018).

Figura 13: Línea de conducción



Fuente: RM-192-2018-VIVIENDA (MVCS)

- **Caudales de diseño**

La Línea de Conducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario (Qmd), si el suministro fuera discontinuo, se debe diseñar para el caudal máximo horario (Qmh).

- **Velocidades admisibles**

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no debe ser inferior a 0,60 m/s.
- La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente.

- **Cálculo de diámetro de tubería**

Para tuberías de diámetro superior a 50 mm, Hazen-Williams:

$$H_f = 10,674 \times \left( \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.86}} \right) \times L$$

**Donde:**

Hf : Pérdida de carga continua en m.

Q : Caudal en m<sup>3</sup>/s

D : Diámetro interior en m.

C : Coeficiente de Hazen William (PVC C=150)

L : longitud del tramo en m.

**Componentes complementarios:**

**A. Cámara rompe presión para línea de conducción**

La diferencia de nivel entre la captación y uno o más puntos en la línea de conducción, genera presiones superiores a la presión máxima que puede soportar la tubería a instalar.

Es en estos casos, que se sugiere la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 m de desnivel.

**B. Válvula de aire**

Las necesidades de entrada/salida de aire a las conducciones, son las siguientes:

- Evacuación de aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción, aducción e impulsión.
- Admisión de aire en las operaciones de descarga o rotura de la conducción, para evitar que se produzcan depresiones o vacío.
- Expulsión continúa de las bolsas o burbujas de aire que aparecen en el seno del flujo de agua por arrastre y desgasificación (purgado).

**C. Válvula de purga**

Es una derivación instalada sobre la tubería a descargar, provista de una válvula de interrupción (compuerta o mariposa, según

diámetro) y un tramo de tubería hasta un punto de desagüe apropiado.

#### D. Pase aéreo

El pase aéreo consiste en un sistema estructural en base a anclajes de concreto y cables de acero que permiten colgar una tubería de polietileno que conduce agua potable, dicha tubería de diámetro variable necesita de esta estructura para continuar con el trazo sobre un valle u zona geográfica que por su forma no permite seguir instalando la tubería de forma enterrada.

Esta estructura está diseñada para soportar todo el peso de la tubería llena y el mismo sistema estructural, en distancias de 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m, 30 m, 50 m, 75 m y 100 m.

#### 2.2.5.7.3. Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)

Las unidades de la PTAP que deben diseñarse deben ser seleccionadas de acuerdo con las características del cuerpo de agua de donde se captará el agua cruda, tal como indica la tabla siguiente:

Tabla 14: Selección del proceso de tratamiento del agua

ALTERNATIVAS	LÍMITES DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA	
	80% DEL TIEMPO	ESPORADICAMENTE
Filtro lento (F.L.) solamente	$T_0 \leq 20$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 100$ UT
F.L.+ prefiltro de grava (P.G.)	$T_0 \leq 60$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 150$ UT
F.L.+ P.G.+ sedimentador (S)	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 500$ UT
F.L.+ P.G.+ S+ presedimentador	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 1000$ UT

Fuente: RM-192-2018-VIVIENDA (MVCS)

Donde:

- $T_0$  : turbiedad del agua cruda presente el 80% del tiempo.
- $C_0$  : color del agua cruda presente el 80% del tiempo

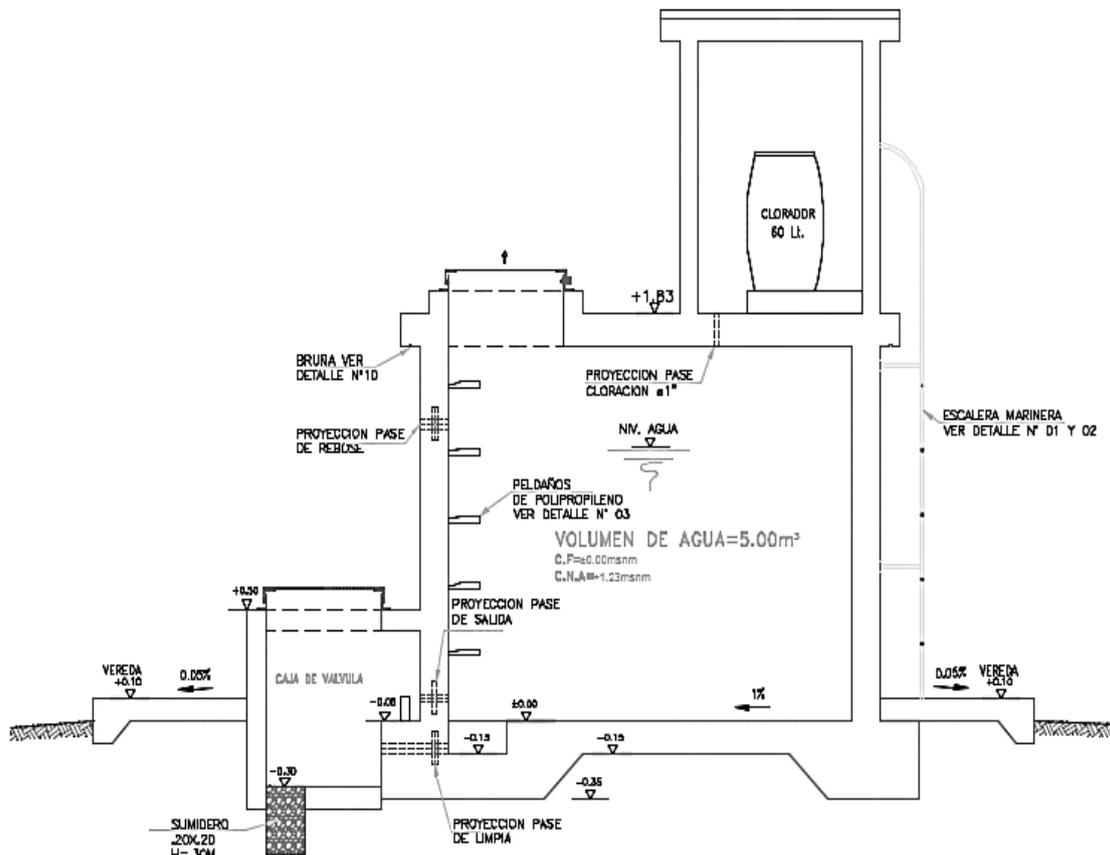
- $T_{max}$  : turbiedad máxima del agua cruda, considerando que este valor se presenta por lapsos cortos de minutos u horas en alguna eventualidad climática o natural.

Cualquiera de las 04 alternativas señaladas anteriormente puede ser complementada por un desarenador si esta contiene arenas. Adicionalmente, y en forma obligatoria, se deberá incluir Cerco Perimétrico y Lechos de secado de lodos.

#### 2.2.5.7.4. Reservorio

El reservorio debe ubicarse lo más próximo a la población y en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema (MVCS, 2018).

Figura 14: Diseño de reservorio



Fuente: RM-192-2018-VIVIENDA (MVCS)

**a. Aspectos generales**

Debe ser construido de tal manera que se garantice la calidad sanitaria del agua y la total estanqueidad. El material por utilizar es el concreto, su diseño se basa en un criterio de estandarización, por lo que el volumen final a construir será múltiplo de 5 m. El reservorio debe ser cubierto, de tipo enterrado, semi enterrado, apoyado o elevado. Se debe proteger el perímetro mediante cerco perimetral. El reservorio debe disponer de una tapa sanitaria para acceso de personal y herramientas.

**b. Criterios de diseño**

El volumen de almacenamiento debe ser del 25% de la demanda diaria promedio anual ( $Q_p$ ), siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si el suministro es discontinuo, la capacidad debe ser como mínimo del 30% de  $Q_p$ .

**2.2.5.7.5. Línea de aducción y red de distribución**

Es un componente del sistema de agua potable, el mismo que permite llevar el agua tratada hasta cada vivienda a través de tuberías, accesorios y conexiones domiciliarias.

**a. Aspectos Generales**

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- Las redes de distribución se deben diseñar para el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).
- Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25 mm (1”), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm ( $\frac{3}{4}$ ”) para ramales.

- En los cruces de tuberías no se debe permitir la instalación de accesorios en forma de cruz y se deben realizar siempre mediante piezas en tee de modo que forme el tramo recto la tubería de mayor diámetro. Los diámetros de los accesorios en tee, siempre que existan comercialmente, se debe corresponder con los de las tuberías que unen, de forma que no sea necesario intercalar reducciones.
- La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe ubicarse siempre en una cota superior sobre otras redes que pudieran existir de aguas grises.

**b. Velocidades admisibles**

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no debe ser menor de 0,60 m/s. En ningún caso puede ser inferior a 0,30 m/s.
- La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s.

**c. Trazado**

El trazado de la red se debe ubicar preferentemente en terrenos públicos siempre que sea posible y se deben evitar terrenos vulnerables.

**d. Materiales**

El material de la tubería que conforma la red de distribución debe ser de PVC y compatible con los accesorios que se instale para las conexiones prediales.

**e. Presiones de servicio.**

Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

- La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no debe ser menor de 5 m.c.a.
- La presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.

De ser necesario, a fin de conseguir las presiones señaladas se debe considerar el uso de cámaras distribuidoras de caudal y reservorios de cabecera, a fin de sectorizar las zonas de presión.

## **2.2.6. Parámetro de diseño del sistema de saneamiento**

### **2.2.6.1. Sistema con arrastre hidráulico**

#### **2.2.6.1.1. UBS-TSM – Unidad básica de saneamiento de tanque séptico mejorado**

##### **a. Aspectos Generales**

Sistema para la disposición adecuada de excretas con arrastre hidráulico, el mismo que incluye un dispositivo prefabricado para el tratamiento primario, diseñado bajo la norma IS.020 Tanque Séptico, el cual consiste en la separación de los sólidos y líquidos presentes en el agua residual que ingresa a dicha unidad (MVCS, 2018).

Los aparatos sanitarios que incluye esta solución son: inodoro, urinario, lavatorio y ducha dentro del ambiente y un lavadero multiusos fuera de la caseta.

El efluente tratado debe ser eliminado en una zona de infiltración, previamente evaluada o puede ser aprovechada a través del uso de un Humedal.

##### **b. Aplicabilidad**

En aquellas situaciones en donde los criterios técnicos, económicos y culturales de las comunidades a atender permitan su sostenibilidad, dentro de estos criterios deben cumplirse los siguientes:

- Disponibilidad de agua, la dotación de agua para diseño depende de la región geográfica donde se ubica el proyecto, para ello, debe utilizarse las dotaciones para sistemas de saneamiento con letrinas de arrastre hidráulico según la siguiente tabla.

Tabla 15: Dotación de agua para sistemas con arrastre hidráulico

<b>REGIÓN GEOGRÁFICA</b>	<b>DOTACIÓN (l/hab.d)</b>
COSTA	90
SIERRA	80
SELVA	100

Fuente: RM-192-2018-VIVIENDA (MVCS)

- Nivel freático, cuando el nivel superior del acuífero se encuentra a una profundidad igual o mayor a 4 metros medidos desde la superficie del suelo.
- Pozo de agua para consumo humano, el sistema de saneamiento debe ubicarse a una cota por debajo y a una distancia mayor de 25 metros del pozo de agua.
- Zona Inundable, la zona del proyecto no debe ser inundable.
- Disponibilidad de terreno, de existir suficiente espacio, se considera desarrollar soluciones individuales con sus propias zonas de filtración, caso contrario, se debe optar por conectar más de una solución de saneamiento a una zona de infiltración. Suelo expansivo, el tipo de suelo no debe ser expansivo.
- Facilidad de excavación, la permeabilidad del suelo se encuentra asociada a su consistencia y dureza, un suelo rocoso o semirocoso es difícil de excavar por lo que su permeabilidad es reducida, es por esto que si el suelo es fácil de excavar se debe optar por esta solución.

- Suelo fisurado, debe analizarse adecuadamente el suelo de la zona de estudio, un suelo fisurado debe acondicionarse para optar por soluciones con sistemas de infiltración moderada, caso contrario debe optarse por soluciones secas.
- Suelo permeable, el suelo debe permitir la filtración del efluente producido, pero debe de cumplirse que el tiempo estimado de percolación según el test, no debe de exceder de 12 minutos, de dicho análisis se determina el uso de un Pozo de Absorción (PA) o una Zanja de Percolación (ZP).
- Posibilidad de vaciar el depósito de excretas, los sólidos digeridos y transformados en lodo, son purgados mediante la apertura de una válvula cada 18 meses. Aprovechamiento de excretas, esta solución de saneamiento no contempla el aprovechamiento de las excretas, ya que el lodo digerido es tan fluido que en la caja de lodos termina por infiltrarse en el suelo.
- Papel blando para limpieza anal, el uso de papel higiénico es recomendado para este tipo de solución de saneamiento, pero no deben ser eliminados por el inodoro.
- Gastos de mantenimiento, Este tipo de solución de saneamiento utiliza agua para su funcionamiento, pero a su vez, el mantenimiento del tanque séptico mejorado no tiene costo, ya que solamente depende de la apertura de una válvula.
- Aceptabilidad de la solución, el criterio más importante de todos es cuando la familia beneficiaria acepta la solución de saneamiento seleccionada por el proyecto.

### **c. Disposición final de las aguas grises, el efluente tratado y del lodo tratado**

Por otro lado, el lodo tratado es eliminado a través de la caja de lodos, y solamente durante la purga del dispositivo de tratamiento, cada 18 meses de uso de este y mediante la apertura de una válvula.

La zona de infiltración es seleccionada según la permeabilidad del suelo, previa realización de un test de percolación, dicha zona, debe recibir ya sea sólo el agua residual tratada o su mezcla con las aguas grises, dicha zona de infiltración puede ser un PA o ZP.

### **d. Criterios de Diseño**

#### **d.1. Requisitos previos**

Como requisitos previos se deben considerar los siguientes:

- Previo a la selección de una tecnología de arrastre hidráulico, debe confirmarse que la fuente de agua otorga una dotación según la Tabla 15.
- El nivel freático debe encontrarse a una profundidad igual o mayor a 4 metros de la superficie del suelo.
- La estructura del tanque séptico mejorado puede instalarse anexa a los servicios higiénicos o a la vivienda.
- El tanque séptico mejorado debe instalarse con la parte superior del techo a 0,05 metros sobre el nivel del terreno.
- La caseta de la UBS-TSM puede ubicarse anexa a la vivienda.

- La zona de infiltración debe ubicarse como mínimo a 6 metros de la vivienda.
- De existir un pozo de agua, la zona de infiltración debe ubicarse como mínimo a 25 metros del pozo y a un nivel por debajo de éste, al mismo tiempo, mantener la distancia definida hacia la vivienda.
- La zona de infiltración debe ubicarse en una zona alta que no sea susceptible de quedar inundada por agua de lluvia.
- El tipo de infiltración debe seleccionarse por la permeabilidad del suelo determinada por un test de percolación y por su desnivel al encontrarse por debajo de la ubicación de la caseta.
- El test de percolación de la zona de infiltración debe registrar tiempos menores a 12 minutos.

## **2.2.6.2. Tratamiento complementario de agua pretratadas**

### **2.2.6.2.1. Humedal**

#### **a. Aspectos Generales**

Sistema de tratamiento complementario de las aguas residuales tratadas por un tanque séptico mejorado o de las aguas grises provenientes de las instalaciones sanitarias de los sistemas secos de hoyo seco ventilado o compostera. El efluente puede ser utilizado dependiendo de la calidad alcanzada para riego de zonas agrícolas o el vertido directo en un cuerpo receptor.

#### **b. Aplicabilidad**

Como un tratamiento complementario de los efluentes tratados del TSM o de las aguas grises provenientes de los sistemas sin arrastre

hidráulico, como son: UBS-HSV o UBS-COM cuando se desea aprovechar el efluente en riego.

### **c. Criterios de Diseño**

#### **c.1. Requisitos previos**

Para un Humedal, se debe considerar lo siguiente:

- El flujo del agua gris va a ser en un medio subsuperficial, a través de un lecho de filtrado y no un flujo libre.
- Solo debe considerarse las aguas grises provenientes de la ducha y lavadero multiusos, en ningún caso se permite el ingreso de aguas negras o provenientes de un inodoro.
- Si el usuario produce gran cantidad de grasas, en la preparación de alimentos (comedor o restaurante) debe considerarse la instalación de una trampa de grasas a la salida del lavadero multiusos y previo al ingreso al Humedal.
- Es necesario incluir dentro del componente de intervención social una capacitación orientada a las buenas prácticas de higiene y limpieza, donde se priorice el adecuado lavado de utensilios con la eliminación previa de residuos de comida, los cuales tienen que ser eliminados antes del lavado de utensilios, para evitar que ellos puedan llegar al Humedal.
- La zona por seleccionar para la ubicación del Humedal debe ser la que permita que las aguas grises ingresen por gravedad y sea bajo esta misma condición que el efluente tratado siga su curso para su aprovechamiento posterior, evitando en todo momento la necesidad de uso de energía eléctrica para su aprovechamiento.

- zona circundante al Humedal debe ser protegida para evitar que otros líquidos ingresen al medio filtrante de tal forma que saturen el medio o afecten el proceso de tratamiento que se lleva a cabo

### c.2. Diseño

- Caudal de aporte unitario de aguas residuales por vivienda (q):

$$Q = \text{dot} \times \text{dens} \times 80\%$$

**Donde:**

Q : caudal de las aguas residuales generadas (l/d)

Dot : dotación de agua (l/hab.d)

Dens : densidad poblacional (hab/viv)

### 2.3. Definición de términos

✓ **Abastecimiento**

Componente plástico o metálico que permite el cambio de dirección o de diámetro del líquido conducido por una tubería. Entre otras, se definen como tales las piezas como brida-enchufe, brida-extremo liso, codos, tees, yees, válvulas u otro excepto tuberías.

✓ **Abastecimiento de agua:**

Una red de abastecimiento de agua potable es aquella que facilita que el agua avance desde el punto de captación hasta el punto de consumo en condiciones aptas para su consumo. Por aptas no solo se entiende en cuanto a condiciones sanitarias de calidad, sino también de cantidad.

✓ **Accesorio:**

Componente plástico o metálico que permite el cambio de dirección o de diámetro del líquido conducido por una tubería. Entre otras, se definen como

tales las piezas como brida-enchufe, brida-extremo liso, codos, tees, yees, válvulas u otro excepto tuberías.

✓ **Afluente:**

Se denomina efluente al líquido o agua proveniente de una fuente natural, que mayormente se utiliza para captarlo y conducirlo sirviendo de agua potable ara las poblaciones.

✓ **Afloramiento:**

Son las fuentes, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.

✓ **Agua potable:**

Es aquella que además de ser clara, no tener olor y no contener microorganismos, cumple con los contenidos de sales, minerales y compuestos orgánicos establecidos. Estas aguas cumplen con todos los parámetros de calidad libre de contaminación.

✓ **Aguas residuales:**

Son las aguas que son captadas después del uso de las viviendas que generalmente contienen restos orgánico e inorgánicos derivados de los productos de las actividades domésticas.

✓ **Agua subterránea:**

Aguas que, dentro del ciclo hidrológico se encuentran en la etapa de circulación o almacenadas debajo de la superficie del terreno y dentro del medio poroso, fracturas de las rocas u otras formaciones geológicas, que para su extracción y utilización se requiere la realización de obras específicas.

✓ **Ámbito geográfico:**

Es la zona geográfica donde se ubica el sistema y cuyas condiciones rigen el mismo.

✓ **Ámbito rural del Perú:**

Son el conjunto de centros poblados que no sobrepasan los dos mil (2 000) habitantes independientemente.

✓ **Caja de registro:**

Caja de reunión o inspección prefabricada en concreto o material termoplástico, la cual permite la conexión de tuberías en ángulos de 45° o 90°, su uso es obligatorio cuando el tramo instalado tiene más de 15 metros.

✓ **Cámaras rompe presión:**

Estructura que permite disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños a la tubería.

✓ **Captación:**

Conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a la regulación, derivación y obtención del máximo caudal posible de aguas superficiales o subterráneas.

✓ **Caseta para la taza especial:**

Ambiente que contiene la taza especial y que su fabricación es de un material liviano y resistente, que permite su traslado fácilmente cuando el hoyo por debajo de la caseta alcanza su altura máxima.

✓ **Caseta de la UBS:**

ambiente que alberga los siguientes aparatos sanitarios, la ducha, el inodoro o la taza especial y el urinario y que su modelo varía dependiendo del tipo de sistema de disposición de las excretas.

✓ **Caudal máximo diario:**

Caudal de agua del día de máximo consumo en el año.

✓ **Caudal máximo horario:**

Caudal de agua de la hora de máximo consumo en el día de máximo consumo en el año.

✓ **Caudal promedio diario anual:**

Caudal de agua que se estima consume, en promedio, un habitante durante un año.

✓ **Conexión domiciliaria de agua:**

Conjunto de elementos y accesorios desde la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano hasta la conexión de entrada de agua al domicilio o local público, con la finalidad de dar servicio a cada lote, vivienda o local público.

✓ **Densidad poblacional:**

La menor o mayor dispersión de viviendas en el área de intervención puede inducir a seleccionar una solución del tipo individual, familiar o pública.

✓ **Diámetro interior:**

Diámetro interior del tubo, real o útil, medido en una sección cualquiera. Es el diámetro del diseño hidráulico.

✓ **Disposición Sanitaria de Excretas:**

Infraestructura cuyas instalaciones permiten el tratamiento de las excretas, ya sea en un medio seco o con agua, de modo que no represente riesgo para la salud y el medio ambiente.

✓ **Fuente de abastecimiento:**

Es el cuerpo de agua natural o artificial, que es utilizado para el abastecimiento de uno o más centros poblados, el mismo que puede ser superficial o subterráneo o incluso pluvial.

✓ **Fuente de abastecimiento:**

Es el cuerpo de agua natural o artificial, que es utilizado para el abastecimiento de uno o más centros poblados, el mismo que puede ser superficial o subterráneo o incluso pluvial.

✓ **Golpe de ariete:**

Fluctuaciones rápidas de presión debidas a variaciones bruscas de las condiciones de contorno y/o caudal del flujo. El golpe de ariete está esencialmente relacionado con la velocidad del agua y no con la presión interna.

✓ **Hoyo Seco Ventilado:**

opción tecnológica que permite disponer adecuadamente las excretas y orina en un hoyo con el uso de una taza especial, su ubicación es temporal, ya que al llenarse el hoyo se tiene que clausurar y reubicar la caseta sobre un nuevo hoyo de las mismas dimensiones.

✓ **Humedal:**

Es un ecosistema conformado por un sustrato saturado de vegetación, microorganismos y agua, cuyo objetivo es la remoción de contaminantes

mediante diversos procesos físicos, químicos y biológicos. Se instala a continuación de un tanque séptico mejorado o en el caso de sistemas secos con el agua proveniente de lavaderos, duchas y urinario.

✓ **Instalación intradomiciliaria:**

Conjunto de aparatos sanitarios y accesorios instalados al interior de la vivienda o cerca de ella, que, funcionando de manera conjunta, permiten a los usuarios contar con un servicio continuo de agua para consumo humano y facilidades para la disposición sanitaria de excretas.

✓ **Impulsión:**

Infraestructura destinada a transmitir al caudal de agua circulante por una tubería la energía necesaria para su transporte, venciendo las fuerzas gravitatorias y las resistencias por rozamiento, y/o para incrementar su presión.

✓ **Lavadero Multiusos:**

Aparato sanitario que permite el lavado de utensilios y ropa, construido en concreto armado o material prefabricado, siempre y cuando sea de un material resistente a la intemperie y resista por lo menos 40 kg de peso.

✓ **Letrina:**

Compuesto de un espacio destinado al almacenamiento de las heces del tipo hoyo, se construye o excava un depósito para evacuar los excrementos; se instala generalmente en campamentos o en zonas rurales. De las cuales tenemos diferentes tipos de letrina:

- Letrina de hoyo seco.
- Letrina de hoyo ventilados.
- Letrina de comportedera.

- Letrina de pozo anegado.
- Letrina de cierre hidráulico

✓ **Línea de aducción:**

Estructuras y elementos que conectan el reservorio con la red de distribución.  
Línea de conducción: estructuras y elementos que conectan las captaciones con los reservorios, pasando o no por las estaciones de tratamiento.

✓ **Malla:**

Contorno cerrado formado por tuberías de la red de distribución por las que circula agua a presión y que no alberga en su interior ningún otro contorno cerrado.

✓ **Niple:**

Porción de tubería de tamaño menor que la de fabricación.

✓ **Nivel freático:**

corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero, cuya distancia es medida desde dicho nivel superior hasta el nivel del suelo.

✓ **Nivel de servicio:**

Es la forma como se brinda el servicio al usuario. Los niveles de servicio pueden ser público o domiciliario.

✓ **Nivel estático:**

Distancia desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el pozo, no afectado por el bombeo. Aplica a acuíferos libres.

✓ **Nivel piezométrico:**

Distancia desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el pozo, no afectado por el bombeo. Aplica a acuíferos confinados o semiconfinados.

✓ **Opciones Tecnológicas:**

Soluciones de saneamiento que se rigen bajo condiciones técnicas, económicas y sociales para su selección.

✓ **Opciones Tecnológicas Convencionales:**

Soluciones de saneamiento seleccionadas a partir de condiciones técnicas, económicas y sociales, que atienden a un gran número de familias agrupadas en localidades o ciudades.

✓ **Opciones Tecnológicas No Convencionales:**

Soluciones de saneamiento seleccionadas a partir de condiciones técnicas, económicas y sociales, que atienden a pocas familias agrupadas en grandes extensiones de territorio.

✓ **Pérdida de carga unitaria (hf):**

Es la pérdida de energía en la tubería por unidad de longitud debida a la resistencia del material del conducto al flujo del agua. Se expresa en m/km o m/m.

✓ **Pérdida por tramo (Hf):**

Viene a representar el producto de pérdida de carga unitaria por la longitud del tramo de tubería.

✓ **Período de diseño:**

Tiempo durante el cual la infraestructura deberá cumplir su función satisfactoriamente. Se fijará según normatividad vigente dada por las autoridades Normativas del Sector.

✓ **Periodo óptimo de diseño:**

Es el tiempo en el cual la capacidad de un componente del sistema de agua para consumo humano o saneamiento cubre la demanda proyectada, minimizando el valor actual de costos de inversión, operación y mantenimiento, durante el horizonte de evaluación de un proyecto.

✓ **Pileta pública:**

se ubica en la vía pública, permite el acceso al agua de la red de abastecimiento de agua potable para surtir de dicho recurso a un grupo de familias, puede o no incluir un medidor para el control del agua suministrada.

✓ **Población inicial:**

Número de habitantes en el momento de la formulación del proyecto.

✓ **Población de diseño:**

Número de habitantes que se espera tener al final del período de diseño.

✓ **Pozo de Absorción:**

permite infiltrar el efluente líquido de la UBS instalada a través de un dren vertical instalado en un medio filtrante dentro de pozo.

✓ **Presión de funcionamiento (OP):**

Presión interna que aparece en un instante dado en una sección determinada de la red.

✓ **Presión estática:**

Es la presión en una sección de la tubería cuando, estando en carga, se encuentra el agua en reposo.

✓ **Profundidad:**

Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería.

✓ **Red de distribución:**

Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas.

✓ **Reservorio:**

Infraestructura estanca destinada a la acumulación de agua para consumo humano, comercial, estatal y social. Por su función, los reservorios pueden ser de regulación, de reserva, de mantenimiento de presión o de alguna combinación de las mismas.

✓ **Revestimiento exterior:**

Material complementario aplicado a la superficie exterior de un componente con objeto de protegerlo de la corrosión, el deterioro mecánico y/o el ataque químico.

✓ **Revestimiento interior:**

Material complementario aplicado a la superficie interior de un componente con objeto de protegerlo de la corrosión, el deterioro mecánico y/o el ataque químico.

✓ **Sello sanitario:**

Elemento utilizado para mantener las condiciones sanitarias óptimas en la estructura de ingreso a la captación.

✓ **Suelo fisurado:**

Es un tipo de suelo que presenta grietas o fisuras que hacen que el agua a filtrar descienda rápidamente, pero sin ser filtrada, lo que puede originar una contaminación del agua subterránea de estar cerca del nivel del suelo, es una de las causas de los hundimientos.

✓ **Taza especial:**

taza en forma de inodoro o del tipo turco, fabricada en losa vitrificada, granito o plástico reforzado, permite que las excretas y orina caigan directamente al depósito ubicado bajo ella.

✓ **Toma de agua:**

Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente hasta los demás componentes de una captación.

✓ **Tubería:**

Componente de sección transversal anular y diámetro interior uniforme, de eje recto cuyos extremos terminan en espiga, campana, rosca o unión flexible.

✓ **UBS – Unidad Básica de Saneamiento:**

Conjunto de componentes que permiten brindar el acceso a agua potable y la disposición sanitaria de excretas a una familia, el diseño final dependerá de la opción tecnológica no convencional seleccionada.

✓ **Unión:**

Pieza de enlace de extremos adyacentes de dos tubos que incluye elementos de estanquidad.

✓ **Válvula de aire:**

Válvula para eliminar el aire existente en las tuberías. Puede ser manual o automática (purgador o ventosa), siendo preferibles las automáticas.

✓ **Válvula de purga:**

Válvula ubicada en los puntos más bajos de la red o conducción para eliminar acumulación de sedimentos y permitir el vaciado de la tubería.

✓ **Vida útil:**

Tiempo en el cual la infraestructura o equipo debe funcionar adecuadamente, luego del cual debe ser reemplazado o rehabilitado.

✓ **Zanja de Percolación:**

Permite infiltrar el efluente líquido de la UBS instalada a través de drenes horizontales instalados en un medio filtrante dentro de zanjas.

✓ **Zona de infiltración:**

Es aquella zona seleccionada para eliminar por infiltración el efluente líquido de la UBS instalada, por presentar características permeables ideales.

✓ **Zona inundable:**

Es aquella zona en donde se ubica el proyecto de saneamiento, susceptible a inundarse por la intensidad de lluvia característica de la región o al desborde de un cuerpo de agua en ciertas épocas del año.

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General.**

Los factores tecnológicos influyen positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.

### **2.4.2. Hipótesis Especificas.**

- a) El factor técnico influye positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.
  
- b) El factor social influye positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.
  
- c) El factor económico influye positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Rio Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.

## **2.5. Variables.**

### **2.5.1. Definición Conceptual de las variables.**

#### **A. Variable Independiente (X):**

##### **Factores Tecnológicos:**

Opciones tecnológicas de saneamiento que mediante un uso adecuado se conviertan en servicios sostenibles, ya que recae en la familia o la comunidad su mantenimiento. Es por ello, que la opción tecnológica debe seleccionarse según criterios técnicos, económicos y culturales de tal forma de que garanticen su sostenibilidad.

**B. Variable dependiente (Y):**

**Sostenibilidad del sistema de saneamiento:**

Trata de crear sistemas de saneamiento que cumplan con criterios concretos para poder garantizar en no dañar el medio ambiente en forma segura, accesible y dignos al entorno de la población.

**2.5.2. Definición Operacional de las variables.**

**A. Variable Independiente (X):**

**Factores Tecnológicos:**

Como la solución de ingeniería en saneamiento se puede aplicarse bajo condiciones técnicas, económicas y social de la comunidad (OPS/CEPIS/UNATSABAR, 2002)

**B. Variable dependiente (Y):**

**Sostenibilidad del sistema de saneamiento:**

tiene como objetivo principal alcanzar el acceso y la cobertura universal a los servicios de saneamiento de manera sostenible y con calidad, orientado al cierre de brechas y, como consecuencia de ello, alcanzar la cobertura universal y sostenible de los servicios de saneamiento en los ámbitos urbano y rural, teniendo como uno de sus Ejes de Política la optimización de las soluciones técnicas.

### 2.5.3. Operacionalización de las variables.

Tabla 16: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
<b>1. Variable Independiente</b> Factores Tecnológicos	<b>Factores Tecnológicos</b> Opciones tecnológicas de saneamiento que mediante un uso adecuado se conviertan en servicios sostenibles, ya que recaen en la familia o la comunidad su mantenimiento. Es por ello, que la opción tecnológica debe seleccionarse según criterios técnicos, económicos y culturales de tal forma de que garanticen su sostenibilidad.	La operacionalidad de los factores tecnológicos para su selección está basado en tres dimensiones los cuales son: <b>D1: Técnicos</b> <b>D2: Sociales</b> <b>D3: Económicos</b> Los cuales se dividen en indicadores que servirán para identificar claramente las dimensiones.	Técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo de saneamiento recomendado.</li> </ul>	Cuadro de cálculos	Razón
			Social	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método de limpieza anal.</li> <li>Aprovechamiento de los residuos fecales.</li> </ul>	Ficha de recolección de datos	Intervalo
			Económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gastos de capital y de mantenimiento.</li> </ul>	Ficha de recolección de datos	Intervalo
<b>2. Variable Dependiente</b> Sostenibilidad del Sistema de Saneamiento	<b>Sostenibilidad del Sistema de Saneamiento</b> Trata de crear sistemas de saneamiento que cumplan con criterios concretos para poder garantizar en no dañar el medio ambiente en forma segura, accesible y dignos al entorno de la población.	la sostenibilidad de sistema de saneamiento se operacionaliza mediante tres dimensiones las cuales son: <b>D1: Estado del sistema</b> <b>D2: Gestión</b> <b>D3: Operación y mantenimiento</b> Los cuales se dividen en indicadores que servirán para identificar claramente las dimensiones.	Estado del sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad de agua</li> </ul>	Ficha técnica	Razón
			Gestión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Junta administrativa</li> </ul>	Documentos	Razón
			Operación y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de mantenimiento</li> <li>Cloración</li> <li>Limpieza y desinfección</li> <li>Herramientos</li> </ul>	Ficha de recolección de datos	Intervalo

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Método de Investigación.

Según (Hernández Sampieri, 2014) en la monografía “Metodología de la Investigación” menciona que “La investigación **científica** es, en esencia, como cualquier tipo de investigación, solo que más rigurosa, organizada y se lleva a cabo cuidadosamente. Como siempre señalo Fred N. Kerlinger: es sistemática, empírica y crítica. Esto se aplica tanto a estudios cuantitativos, cualitativos o mixtos. Que sea “sistemática” implica que hay una disciplina para realizar la investigación científica y que no se dejan los hechos a la casualidad. Que sea “empírica” denota que se recolectan y analizan datos. Que sea “crítica” quiere decir que se evalúa y mejora de manera constante. Puede ser más o menos controlada, más o menos flexible o abierta, más o menos estructurada, pero nunca caótica y sin método (Hernandez Sampieri, 2014).

El método general de investigación utilizado en el presente trabajo es el **método científico**, al desarrollarse de una forma ordenada y secuencial, en el que se organizará y determina la sostenibilidad del sistema de saneamiento tomando en cuenta los factores tecnológicos, la cual nos permitirá realizar la comparación, el análisis y posteriormente detallar a manera de discusión, los esquemas que se han obtenidos como resultados de la evaluación.

El método específico de investigación que se emplea en el presente trabajo es el método **inductivo – deductivo**.

### 3.2. Tipo de Investigación.

Según (Tamayo, 2005), menciona que el Tipo “Aplicada”. Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías (Tamayo, 2005).

De acuerdo a la investigación es **Aplicada**, puesto que tiene fines de aplicación inmediata y se realizará una aplicación práctica después de lo teórico para la obtención de resultados veraces de acuerdo a los procedimientos indicados en la investigación.

### 3.3. Nivel de Investigación.

Según (Hernández Sampieri, 2014) en la monografía “Metodología de la Investigación” menciona que “**El Nivel Explicativo** está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explorar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables” asimismo menciona que “**El Nivel Correlacional**, su finalidad es conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto específico” (Hernandez Sampieri, 2014).

De acuerdo a la investigación se considera una investigación de nivel **Explicativo – Correlacional** ya que dentro de la investigación se responderá y despejará dudas propuestas en los objetivos, asimismo se denominará correlacional ya que está ligado a la relación que puede existir entre dos variables o más.

### 3.4. Diseño de Investigación.

Según Mata Solis (2019), Se basa en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que se dan sin la intervención directa del investigador, es decir; sin que el investigador altere el objeto de investigación. En la investigación no experimental, se observan los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

El diseño de investigación en la presente tesis fue no experimental; dado que presenta manipulación de la variable independiente factores técnicos, pero no se realiza el empleo de ningún ensayo con el cual se evalúa sino por lo contrario solo se requiere trabajar con datos proporcionados como fichas de recolección, con las cuales se podrá explicar los resultados y se comprobará las hipótesis planteadas.

Basados en estos criterios la actual investigación a emplear será un diseño **no experimental**.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Según (Hernández Sampieri, 2014) en la monografía “Metodología de la Investigación” menciona que “La Población o Universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”.

De acuerdo a nuestra investigación, la comunidad nativa de Caperucia cuenta de aproximadamente 139 viviendas, ubicada en el distrito de Rio Tambo, provincia de Satipo, Junín.

#### **3.5.2. Muestra**

Según (Hernández Sampieri, 2014) en la monografía “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”

En la investigación se tomará en cuenta las opciones técnicas que influyen a la comunidad nativa de Caperucia, en el distrito de Rio Tambo, provincia de Satipo, Junín.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se hará una la visita técnica a la Comunidad Nativa de Caperucia, se utilizará cámara fotográfica, cuaderno para la toma de apuntes, ficha de observación,

encuestas, cuestionarios, entre otros. para la toma de información y su registro para su posterior análisis.

Para el sistema de saneamiento básico se toma en consideración la topografía, el tipo de la fuente de agua, el caudal de la fuente, la cantidad viviendas, el número de habitantes, la calidad del suelo, test de percolación, la parte social y económica de la población.

### **3.7. Procesamiento de la información**

Se realizará una revisión de los datos recopilados en campo, se procesará esta información en cuadros comparativos ordenados en el Ms Excel para su verificación y la validación correspondiente de los datos obtenidos. Posteriormente estas tablas o cuadros nos permitirán analizar los datos obtenidos.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

En esta etapa se determina como analizar los datos obtenidos de la recolección, los cuales fueron mediante los siguientes softwares: Se utilizó Ms Excel que permite obtener hojas de cálculo, gráficos estadísticos, cuadros comparativos. Para facilitar el procesamiento se hará uso de tablas, gráficos y la utilización de programas especializados como: AutoCAD, AutoCAD civil 3D, S10, WaterCAD.

Todos los resultados obtenidos serán verificados con los parámetros que se establecen la RM-192-2018 del MVCS y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Sistema de agua potable**

##### **4.1.1. Opción tecnológica del sistema de abastecimiento agua**

##### **4.1.1.1. Criterios de selección del sistema de agua**

##### **4.1.1.1.1. Tipo de la fuente de agua**

La fuente de agua que va abastecer a la Comunidad Nativa de Caperucia es un riachuelo llamado “Osherato” (superficial).

Figura 15: Riachuelo “Osherato”



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.1.2. Ubicación de la fuente

La ubicación de la fuente de abastecimiento de agua se encuentra en una cota superior de la Comunidad Nativa de Caperucia, es por ende que el sistema va ser por gravedad

Tabla 17: Ubicación de la fuente

FUENTE	ESTE	NORTE	COTA (msnm)
Riachuelo "Osherato"	595137.33	8751723.43	1173.98

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.1.3. Nivel freático

Se realizaron calicatas de 1.50 aproximadamente en diferente punto de la comunidad, las cuales se verifico que no existe la presencia del nivel freático.

Figura 16: Excavación para muestra - calicata

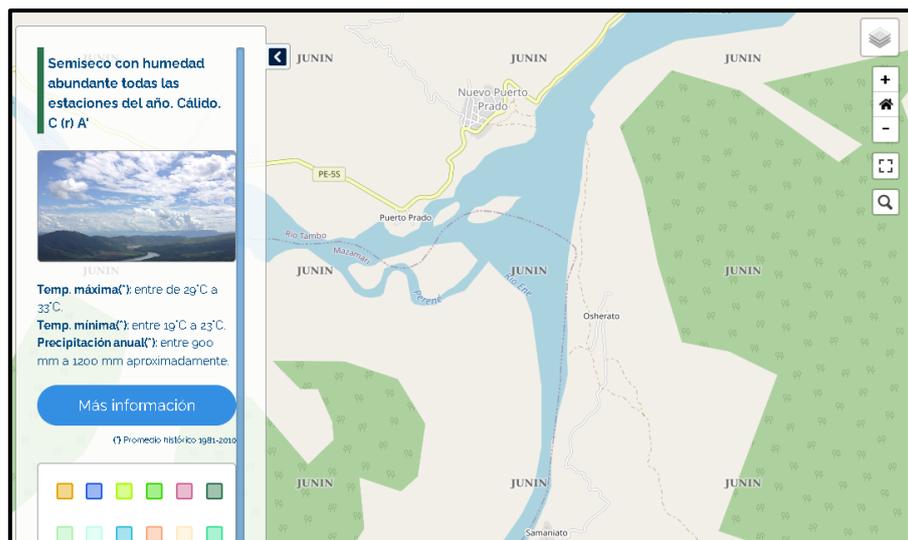


Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.1.4. Frecuencia e intensidad de lluvia

La Comunidad Nativa de Caperucia tiene un clima subtropical, su precipitación anual es de 900 a 1200mm aproximadamente.

Figura 17: Mapa del clima en la zona



Fuente: Senamhi

La estación meteorológica más cercana a la comunidad es la estación de puerto ocopa con los datos recabados de SENAMHI se pudo obtener las variaciones de temperatura y las precipitaciones, como se puede apreciar en la siguiente tabla N°4.02 y 4.03 ver Anexo 03

Tabla 18: Datos procesados

MES	°C MÁXIMAS	°C MÍNIMAS	PRECIPITACIONES (mm/día)
Febrero - 2022	35	20.4	35
Marzo - 2022	34.8	20.4	64.4
Abril - 2022	35.4	20	9.4
Mayo - 2022	34.8	18	47.2
Junio - 2022	35	14	5.5
Julio - 2022	36.4	19.4	10.9
Agosto - 2022	36.8	13.8	16.9
Setiembre - 2022	38.8	17.8	26
Octubre - 2022	38.4	20.2	55
Noviembre - 2022	39.8	18.2	7.7
Diciembre - 2022	39.8	19.8	71.7
Enero - 2023	37.2	18.6	18.9
Febrero 2023	35.4	20.8	30.4

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.1.5. Disponibilidad de agua

Para determinar la disponibilidad del agua se requiere tener en consideración lo siguiente:

##### 4.1.1.1.5.1. Rendimiento de la fuente

Se realizó el aforamiento por el método volumétrico, obteniendo un caudal de 13.87 l/s con los datos obtenidos, la cual es el cálculo con la siguiente ecuación:

$$\text{Caudal (l/s) } Q = \frac{\text{Volumen del balde (litros)}}{\text{Tiempo que demora en llenarse (s)}}$$

##### Datos recopilados:

Tabla 19: Caudal de la fuente

No MEDIDA	VOLUMEN (litros)	TIEMPO (segundo)	CAUDAL (lt/seg)
1	2.01	0.16	12.56
2	2.01	0.15	13.40
3	2.01	0.13	15.46
4	2.01	0.12	16.75
5	2.01	0.17	11.82
<b>PROMEDIO</b>	2.01	0.145	<b>13.87</b>

Fuente: Elaboración propia

##### 4.1.1.1.5.2. Demanda de agua

###### a. Población actual

Actualmente en la comunidad de Caperucia son 139 viviendas con una población de 522 habitantes, con una densidad poblacional de 3.76 hab./lote.

Así mismo, cuenta con 03 I. E., de la cuales se tomaron datos del [escale.minedu.gob.pe](http://escale.minedu.gob.pe) (Ministerio de educación).

Figura 18: Mapa de escuelas



Fuente: Ministerio de Educación

Tabla 20: Cantidad de Alumnos por nivel

INSTITUCIÓN EDUCATIVA	ALUMNOS
INICIAL	53
PRIMARIA	128
SECUNDARIA	69

Fuente: Elaboración propia

## b. Población futura

Para la tasa de crecimiento poblacional anual de la Comunidad Nativa de Caperucia se tomó como referencia al distrito de Rio Tambo al año 2022 (INEI-2023).

Tabla 21: tasa de crecimiento promedio anual

PERÚ: POBLACIÓN TOTAL PROYECTADA AL 30 DE JUNIO DE CADA AÑO Y TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL, SEGÚN DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO, 2018 - 2022										
UBIGEO	DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	POBLACIÓN PROYECTADA AL 30 DE JUNIO					TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL			
		2018	2019	2020	2021	2022	2018 - 2019	2019 - 2020	2020 - 2021	2021 - 2022
120600	SATIPO	230,946	235,317	239,105	242,015	244,445	1.9	1.6	1.2	1.0
120601	SATIPO	41,659	42,214	42,647	43,048	43,401	1.3	1.0	0.9	0.8
120602	COVIRALI	6,359	6,476	6,573	6,650	6,711	1.8	1.5	1.2	0.9
120603	LLAYLLA	7,117	7,340	7,548	7,711	7,849	3.1	2.8	2.2	1.8
120604	MAZAMARI	41,128	42,212	43,191	43,977	44,652	2.6	2.3	1.8	1.5
120605	PAMPA HERMOSA	4,003	3,825	3,654	3,490	3,335	-4.4	-4.5	-4.5	-4.4
120606	PANGOA	62,274	63,895	65,356	66,529	67,539	2.6	2.3	1.8	1.5
120607	RÍO NEGRO	32,977	33,745	34,427	34,984	35,464	2.3	2.0	1.6	1.4
120608	RÍO TAMBO	30,406	30,204	29,909	29,549	29,138	-0.7	-1.0	-1.2	-1.4
120609	VIZCATÁN DEL ENE	5,023	5,406	5,800	6,077	6,356	7.6	7.3	4.8	4.6

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

Como dato referencial tenemos una tasa de crecimiento negativo de  $r=-1.4\%$ , entonces para los cálculos se tomará una tasa de crecimiento  $r=0.0\%$

Para el cálculo de la población futura para la comunidad y los centros educativos se tomará el método aritmético:

$$Pf = Pa \left( 1 + \frac{r * t}{100} \right)$$

**Donde:**

Pf : población futura

Pa : población actual = 522

r : razón de crecimiento = 0.00%

t : tiempo transcurrido = 20 años

Tabla 22: Población futura comunidad de Caperucia

N° DE AÑOS	AÑO	T	r(%)	DEMANDA (Pf)
0	2023	0.00	0.00	522
1	2024	1.00	0.00	522
2	2025	2.00	0.00	522
3	2026	3.00	0.00	522
4	2027	4.00	0.00	522
5	2028	5.00	0.00	522
6	2029	6.00	0.00	522
7	2030	7.00	0.00	522
8	2031	8.00	0.00	522
9	2032	9.00	0.00	522
10	2033	10.00	0.00	522
11	2034	11.00	0.00	522
12	2035	12.00	0.00	522
13	2036	13.00	0.00	522
14	2037	14.00	0.00	522
15	2038	15.00	0.00	522
16	2039	16.00	0.00	522
17	2040	17.00	0.00	522
18	2041	18.00	0.00	522
19	2042	19.00	0.00	522
20	2043	20.00	0.00	522

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Población futura inicial – Caperucia

N° DE AÑOS	AÑO	T	r(%)	DEMANDA (Pf)
0	2023	0.00	0.00	53
1	2024	1.00	0.00	53
2	2025	2.00	0.00	53
3	2026	3.00	0.00	53
4	2027	4.00	0.00	53
5	2028	5.00	0.00	53
6	2029	6.00	0.00	53
7	2030	7.00	0.00	53
8	2031	8.00	0.00	53
9	2032	9.00	0.00	53
10	2033	10.00	0.00	53
11	2034	11.00	0.00	53
12	2035	12.00	0.00	53
13	2036	13.00	0.00	53
14	2037	14.00	0.00	53
15	2038	15.00	0.00	53
16	2039	16.00	0.00	53
17	2040	17.00	0.00	53
18	2041	18.00	0.00	53
19	2042	19.00	0.00	53
20	2043	20.00	0.00	53

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Población futura primaria – Caperucia

N° DE AÑOS	AÑO	T	r(%)	DEMANDA (Pf)
0	2023	0.00	0.00	128
1	2024	1.00	0.00	128
2	2025	2.00	0.00	128
3	2026	3.00	0.00	128
4	2027	4.00	0.00	128
5	2028	5.00	0.00	128
6	2029	6.00	0.00	128
7	2030	7.00	0.00	128
8	2031	8.00	0.00	128
9	2032	9.00	0.00	128
10	2033	10.00	0.00	128
11	2034	11.00	0.00	128
12	2035	12.00	0.00	128
13	2036	13.00	0.00	128
14	2037	14.00	0.00	128
15	2038	15.00	0.00	128
16	2039	16.00	0.00	128
17	2040	17.00	0.00	128
18	2041	18.00	0.00	128
19	2042	19.00	0.00	128
20	2043	20.00	0.00	128

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Población futura secundaria – Caperucia

N° DE AÑOS	AÑO	T	r(%)	DEMANDA (Pf)
0	2023	0.00	0.00	69
1	2024	1.00	0.00	69
2	2025	2.00	0.00	69
3	2026	3.00	0.00	69
4	2027	4.00	0.00	69
5	2028	5.00	0.00	69
6	2029	6.00	0.00	69
7	2030	7.00	0.00	69
8	2031	8.00	0.00	69
9	2032	9.00	0.00	69
10	2033	10.00	0.00	69
11	2034	11.00	0.00	69
12	2035	12.00	0.00	69
13	2036	13.00	0.00	69
14	2037	14.00	0.00	69
15	2038	15.00	0.00	69
16	2039	16.00	0.00	69
17	2040	17.00	0.00	69
18	2041	18.00	0.00	69
19	2042	19.00	0.00	69
20	2043	20	0	69

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.1.5.3. Cálculo del caudal de demanda de agua

##### a. Demanda de dotaciones:

Se asignaron valores establecidos por la RM 192-2018 (opciones tecnológicas), para el siguiente trabajo de investigación.

La dotación de agua se expresa en litros por habitante al día (l/hab.d), para la disposición del sistema UBS-AH, se recomienda para el medio rural los siguientes parámetros:

Tabla 26: Dotación de agua según forma de disposición de excreta

REGIÓN GEOGRÁFICA	DOTACIÓN – UBS SIN ARRASTRE HIDRAULICO (l/hab.d)	DOTACIÓN – UBS CON ARRASTRE HIDRÁULICO (l/hab.d)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente: RM 192-2018 (Opciones tecnológicas)

Tabla 27: Dotación de agua para centros educativos

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/alumno.d)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Fuente: RM 192-2018 (Opciones tecnológicas)

de acuerdo a la norma del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS) tenemos una dotación en zona rural (selva) de **100 l/hab.día**, para los centros educativo inicial y primaria la dotación es de **20 l/alumno.día** y para la secundaria la dotación es de **25 l/alumno.día**. Las cuales se calculará los siguientes caudales:

##### b. Variación de demanda de agua:

- Caudal máximo diario:  $Q_m$
- Caudal máximo diario:  $Q_{max.d} = 1.3 \times Q_m$
- Caudal máximo horario:  $Q_{max.h} = 2.0 \times Q_m$

Tabla 28: Cálculo de caudales para la comunidad de Caperucia

<b>POBLACION FUTURA = 522</b>		Hab.		
CÁLCULO DE CAUDAL PROMEDIO				
<b>Datos:</b>				
<b>Población Futura</b>	522	Habitantes		
<b>Inicial</b>	53	Alumnos		
<b>Primaria</b>	128	Alumnos		
<b>Secundaria</b>	69	Alumnos		
<b>Centro de Salud</b>	0	camas		
<b>Hospedaje</b>	0	cuartos		

Demanda de:	Dotacion (lt/hab)	Cantidad (habitantes)	Demanda Promedio	
			lt/día	lt/s
<b>Población Futura</b>	100	522	52200	0.604
<b>Inicial</b>	20	53	1060	0.012
<b>Primaria</b>	20	128	2560	0.030
<b>Secundaria</b>	25	69	1725	0.020
<b>Centro de Salud</b>	600	0	0	0.000
<b>Hospedaje</b>	150	0	0	0.000

Qm= 0.67

SIMBOLO	Q CALCULADO	Q ASUMIDO	UND	REGLAMENTO
<b><i>Qmp</i></b> =	<b>0.67</b>	<b>0.67</b>	L/Seg:	
<b><i>Qmax d</i></b> =	<b>0.87</b>	<b>0.87</b>	L/Seg:	
<b><i>Qmax h</i></b> =	<b>1.34</b>	<b>1.50</b>	L/Seg:	RM-192-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Resumen de caudales para las estructuras

Estructura	Qmax	Qmin	Qp	Qmd	Qmh	Q. asumido
Captación	<b>13.95 l/s</b>	<b>11.80 l/s</b>		<b>0.87 l/s</b>		<b>1.00 l/s</b>
Línea de conducción				<b>0.87 l/s</b>		<b>0.87 l/s</b>
Reservorio V=15.0 m3*			<b>0.67 l/s</b>			<b>0.67 l/s</b>
Línea de aducción					<b>1.34 l/s</b>	<b>1.50 l/s</b>
Redes de distribución					<b>1.34 l/s</b>	<b>1.50 l/s</b>
UBS familiar						<b>0.001 l/s</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.1.6. Zona de ubicación inundable

De acuerdo a la topografía y al tipo de suelo del área de intervención concluimos que la zona no es inundable debido que existen quebradas que ayudan al desfogue provenientes de las aguas pluviales.

Figura 19: Quebrada existente en la comunidad



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.1.7. Calidad del agua

Para determinar la calidad del agua del riachuelo “Osherato”, se sacó muestras de la fuente y se realizó el análisis físico, químico y bacteriológico por el laboratorio EQUAS que se encuentra acreditado por el Instituto Nacional de Calidad – INACAL (ver Anexo N°04).

Tabla 30: Interpretación de resultados físico – químico

PARAMETROS	Unidades		Resultados	Ecas	LMP	CONCLUSIÓN
<b>Boro</b>	Mg B/L		0.02	2.4	1-5	Cumple ambos
<b>Conductividad Eléctrica</b>	$\mu\text{mho/cm}$		124.2	1500	1500	Cumple ambos
<b>Cianuro Total</b>	mg CN <sup>-</sup> /L	<	0.005	0.07	0.07	Cumple ambos
<b>Cloruros</b>	mg CN <sup>-</sup> /L		1	250	250	Cumple ambos
<b>Cloro Residual libre</b>	mg/L	<	0.10	5	5	Cumple ambos
<b>Color Verdadero</b>	UC		3	15	15	Cumple ambos
<b>Dureza Total</b>	mg CaCO <sub>3</sub> /L		64	500	500	Cumple ambos
<b>Fluor</b>	mg F/L		0.029	1.5	1	Cumple ambos
<b>Nitratos</b>	mg N – NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L		0.113	50	50	Cumple ambos
<b>Nitritos</b>	mg N – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L		0.003	3	3	Cumple ambos
<b>Sulfatos</b>	mg N – SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L		14	250	250	Cumple ambos
<b>Solidos Totales Disueltos</b>	mg B/L		60	1000	1000	Cumple ambos
<b>Turbidez</b>	NTU		4.5	5	5	Cumple ambos
<b>pH</b>	Unidad de pH		7.77	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	Cumple ambos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Interpretación de resultados bacteriológicos

MICROBIOLOGICOS	Unidades	Resultados	Ecas	LMP	CONCLUSIÓN
<b>Coliformes Totales (NMP)</b>	NMP/100mL	< 340	50	0	No cumple ambos
<b>Coliformes Termotolerantes (NMP)</b>	NMP/100mL	< 72	20	0	No cumple ambos
<b>Escherichia Coli (MNP)</b>	NMP/100mL	< 24	0	0	No cumple ambos
<b>Recuento De Heterotrofod En Placa</b>	UFC/mL	< 2300	0	500	No cumple ambos

PARASITOLÓGICOS	Unidades	Resultados	Ecas	LMP	CONCLUSIÓN
<b>Huevos De Helminfos</b>	Huevo/L	< 1	0	0	No cumple ambos

HIDROBIOLÓGICOS	Unidades	Resultados	Ecas	LMP	CONCLUSIÓN
<b>Algas</b>	Organismos/L	< 1	0	0	No cumple ambos
<b>Copépodo</b>	Organismos/L	< 1	0	0	No cumple ambos
<b>Nemátodos</b>	Organismos/L	< 1	0	0	No cumple ambos
<b>Protozoarios</b>	Organismos/L	< 1	0	0	No cumple ambos
<b>Rotíferos</b>	Organismos/L	< 1	0	0	No cumple ambos
<b>Total</b>	Organismos/L	< 1	0	0	No cumple ambos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Interpretación de resultados de metales pesados

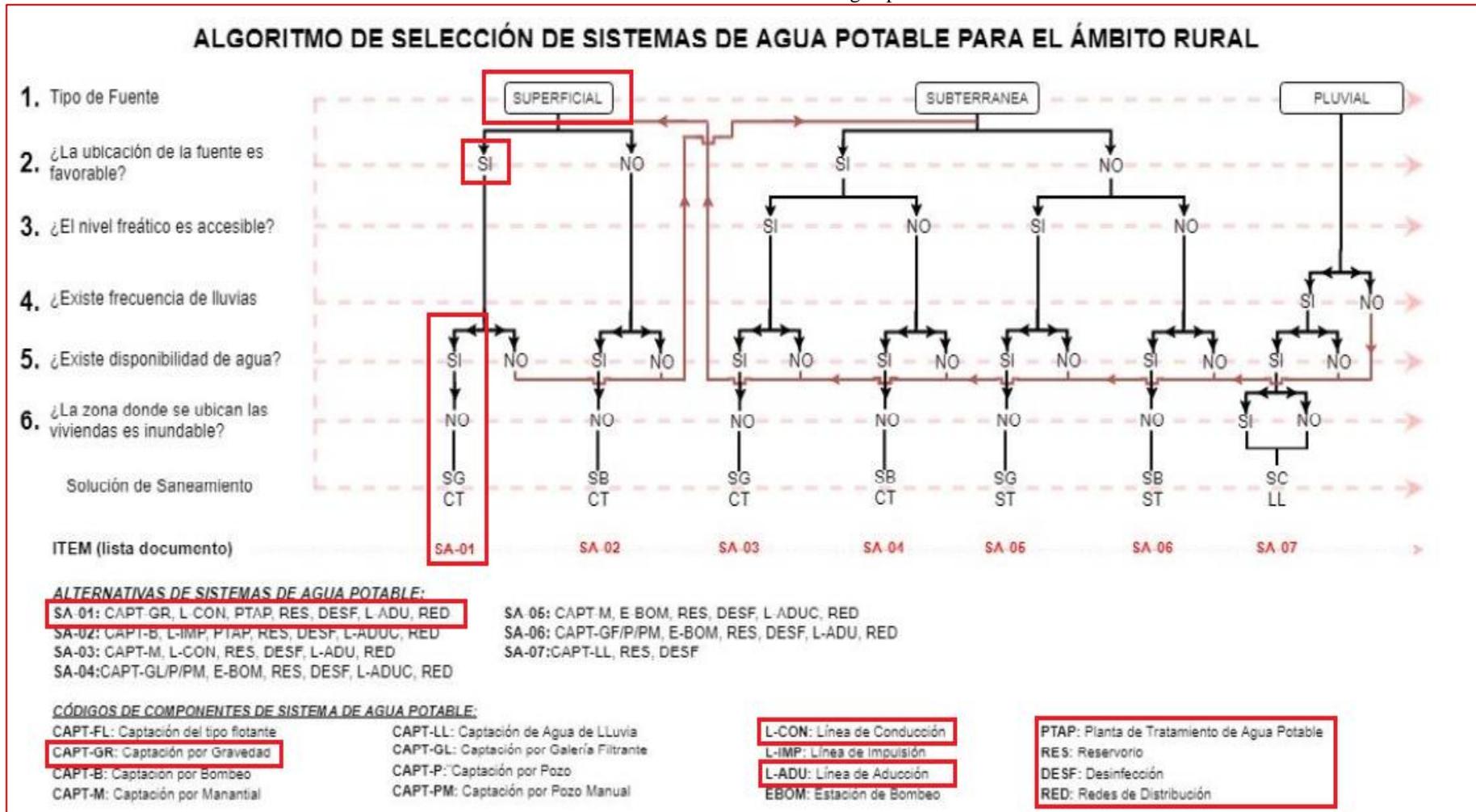
METALES PESADOS	Unidades	Resultados	Ecas	LMP	CONCLUSIÓN
<b>Aluminio (Al)</b>	mg/L	0.178	0.9	0.2	Cumple ambos
<b>Arsénico (As)</b>	mg/L	< 0.001	0.01	0.01	Cumple ambos
<b>Antimonio (Sb)</b>	mg/L	< 0.0005	0.020	0.020	Cumple ambos
<b>Bario (Ba)</b>	mg/L	< 0.19	0.7	0.7	Cumple ambos
<b>Cadmio (Cd)</b>	mg/L	< 0.003	0.003	0.003	Cumple ambos
<b>Cobre (Cu)</b>	mg/L	< 0.006	2	2	Cumple ambos
<b>Cromo (Cr)</b>	mg/L	< 0.010	0.05	0.05	Cumple ambos
<b>Hierro (Fe)</b>	mg/L	0.251	0.4	0.4	Cumple ambos
<b>Manganeso (Mn)</b>	mg/L	< 0.006	0.4	0.4	Cumple ambos
<b>Mercurio (Hg)</b>	mg/L	< 0.0002	0.001	0.001	Cumple ambos
<b>Molibdeno (Mo)</b>	mg/L	< 0.051	0.07	0.07	Cumple ambos
<b>Níquel (Ni)</b>	mg/L	< 0.011	0.07	0.02	Cumple ambos
<b>Plomo (Pb)</b>	mg/L	< 0.01	0.01	0.01	Cumple ambos
<b>Selenio (Se)</b>	mg/L	< 0.001	0.04	0.01	Cumple ambos
<b>Sodio (Na)</b>	mg/L	0.530		200	Cumple ambos
<b>Zinc (Zn)</b>	mg/L	0.027	3	3	Cumple ambos

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.2. Algoritmo de selección del sistema de agua

Una vez realizado los criterios y considerando los datos recopilados en la Comunidad Nativa de Caperucia, se determina la elección del sistema enmarcados en el algoritmo de selección del sistema de agua potable para poder identificar y seleccionar la opción tecnológica más apropiada para la comunidad nativa de Caperucia.

Tabla 33: Selección del sistema de agua potable



Fuente: MVCS - RM-192-2018-VIVIENDA

## 4.1.2. Diseño del sistema de agua potable

### 4.1.2.1. Periodo de diseño

- Según el RM-192-2018 del MVCS el periodo de diseño de determina considerando los siguientes factores:
- Vida útil de las estructuras y equipos
- Vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria
- Crecimiento poblacional
- Economía de escala

Tabla 34: Periodo de diseño de infraestructura sanitaria

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
✓ Fuente de abastecimiento	20 años
✓ Obra de captación	20 años
✓ Pozos	20 años
✓ Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
✓ Reservorio	20 años
✓ Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
✓ Estación de bombeo	20 años
✓ Equipos de bombeo	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Fuente: MVCS - RM-192-2018-VIVIENDA

### 4.1.2.2. Captación o fuente de abastecimiento de agua

Se determino el caudal de la fuente mediante el método volumétrico, siendo el caudal promedio de 13.87 l/s.

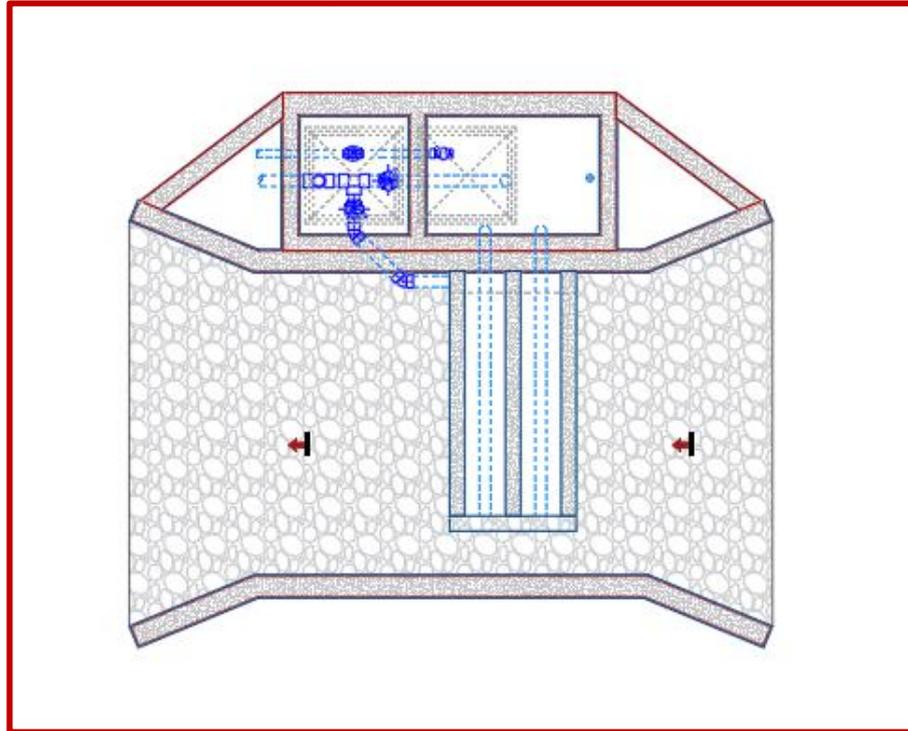
La captación será construida en el mismo lugar del aforamiento y será una captación con canal de fondo.

Para dimensionar el ancho de pantalla, se debe tener en consideración el caudal máximo aforado en campo del riachuelo Osherato es  $Q_{max} = 13.95$  lt/s.

La captación contará con 02 alerones, estos componentes serán de concreto armado. Además, contará con una cámara húmeda y una cámara

seca de válvulas, el diseño se hace en base al caudal máximo aforado de  $Q_{max}=13.95$  l/s.

Figura 20: caudal de la fuente



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.3. Línea de conducción

Para el diseño de la línea de conducción, según el cálculo se requiere un caudal máximo diario  $Q_{md}=0.87$  l/s de acuerdo a los parámetros de diseño de la RM-192-2018 se diseñará la línea de conducción con un  $Q_{md}=0.87$  l/s. La línea de conducción comprende una longitud inclinada de 632.02 m desde la captación hasta el sedimentador con tubería de PVC  $\varnothing=1\frac{1}{2}$ " , de sedimentador al filtro lento con tubería de PVC  $\varnothing=1\frac{1}{2}$ " comprende una distancia inclinada de 284.32 m, de filtro lento a reservorio  $V=15$  m<sup>3</sup> con tubería de PVC  $\varnothing=1\frac{1}{2}$ " , tiene una longitud inclinada de 152.69 m. Teniendo una longitud inclinada total de 1069.04 m.

Para lo cálculo de pérdidas de carga y presiones se realizaron con la fórmula de Hazen Williams en la siguiente tabla:

Tabla 35: calculo en la línea de conducción.

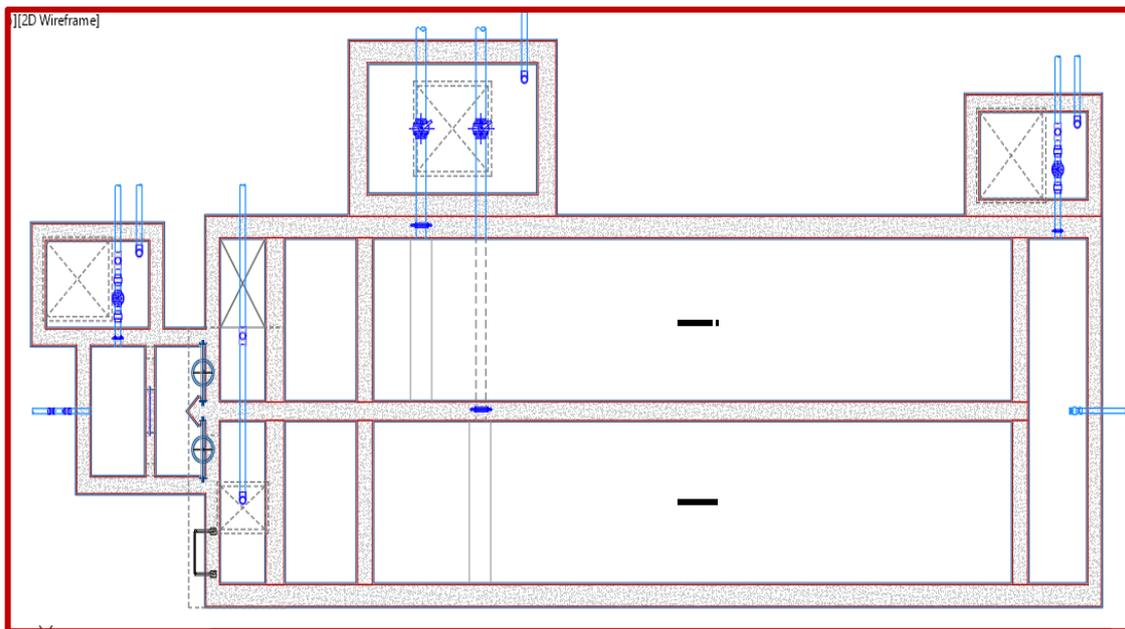
<b>LOCALIDAD:</b> CAPERUCIA																				
<b>TRAMO:</b> CAPTACION - RESERVORIO																				
<b>Cálculo de Perdidas de Carga y Presiones</b>																				
Formula de HAZEN & WILLIAMS																				
$h_{f[m]} = 10,67 \cdot \left( \frac{Q_{[m^3/s]}}{C} \right)^{1,852} \frac{L_{[m]}}{D_{[m]}^{4,87}}$																				
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Dato RM 192-2018-VIVIENDA</td> </tr> <tr> <td>Velocidad mínima</td> <td>0.60 m/seg</td> </tr> <tr> <td>Velocidad máxima</td> <td>3.00 m/seg</td> </tr> </table>		Dato RM 192-2018-VIVIENDA		Velocidad mínima	0.60 m/seg	Velocidad máxima	3.00 m/seg													
Dato RM 192-2018-VIVIENDA																				
Velocidad mínima	0.60 m/seg																			
Velocidad máxima	3.00 m/seg																			
TRAMO		PROGRESIVA		COTA TUB.		LONG. (m)	CAUD. (lps)	PENDIENTE	DIAMETRO CALCULADO (pulgadas)	DIAM. COMERC. (pulg)	DIAM. INT. (mm)	C H&W	V (m/s)	Hf (m)	Hf Acum (m)	Hk (m)	S (m/km)	C_Piez j (msnm)	P i (mca)	P j (mca)
Ni	Ei (m)	Ci (msnm)	Nj	Ej (m)	Cj (msnm)															
CAPTACION	0+0.00	1176.220	V.A - 01	0+152.2700	1147.000	152.270	0.870	191.90	0.94	1 1/2"	43.4	150	0.60	1.407	1.407	0.140	10.160	1174.813	0.000	27.813
V.A - 01	0+152.27	1147.000	C.R.P - 01	0+256.3500	1136.540	104.080	0.870	154.79	0.98	1 1/2"	43.4	150	0.60	0.962	2.368	0.100	10.200	1146.038	27.813	37.312
C.R.P - 01	0+256.35	1136.540	V.A - 02	0+400.0000	1119.860	143.650	0.870	116.12	1.04	1 1/2"	43.4	150	0.60	1.327	1.327	0.130	10.140	1135.213	0.000	15.353
V.A - 02	0+400.00	1119.860	V.P - 01	0+470.0000	1110.630	70.000	0.870	121.27	1.03	1 1/2"	43.4	150	0.60	0.647	1.974	0.060	10.100	1119.213	15.353	23.936
V.P - 01	0+470.00	1110.630	C.R.P - 02	0+564.4000	1091.540	94.400	0.870	146.08	1.00	1 1/2"	43.4	150	0.60	0.872	2.846	0.090	10.190	1109.758	23.936	42.154
C.R.P - 02	0+564.40	1091.540	C.R.P - 03	0+756.8000	1046.540	192.400	0.870	59.46	1.20	1 1/2"	43.4	150	0.60	1.778	1.778	0.180	10.170	1089.762	0.000	43.222
C.R.P - 03	0+756.80	1046.540	V.A - 03	0+800.0000	1043.180	43.200	0.870	77.78	1.13	1 1/2"	43.4	150	0.60	0.399	0.399	0.040	10.160	1046.141	0.000	2.961
V.A - 03	0+800.00	1043.180	SEDIMENTADOR	0+894.9400	1026.970	94.940	0.870	141.67	1.00	1 1/2"	43.4	150	0.60	0.877	1.276	0.090	10.190	1042.303	2.961	18.294
SEDIMENTADOR	0+0.00	1025.800	FILTRO LENTO	0+11.4400	1024.840	11.440	0.870	83.92	1.12	1 1/2"	43.4	150	0.60	0.106	0.106	0.010	10.110	1025.694	0.000	0.854
FILTRO LENTO	0+0.00	1022.010	RESERVORIO	0+144.8400	1000.000	144.840	0.870	151.96	0.99	1 1/2"	43.4	150	0.60	1.338	1.338	0.130	10.140	1020.672	0.000	20.672

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.4. Sedimentador

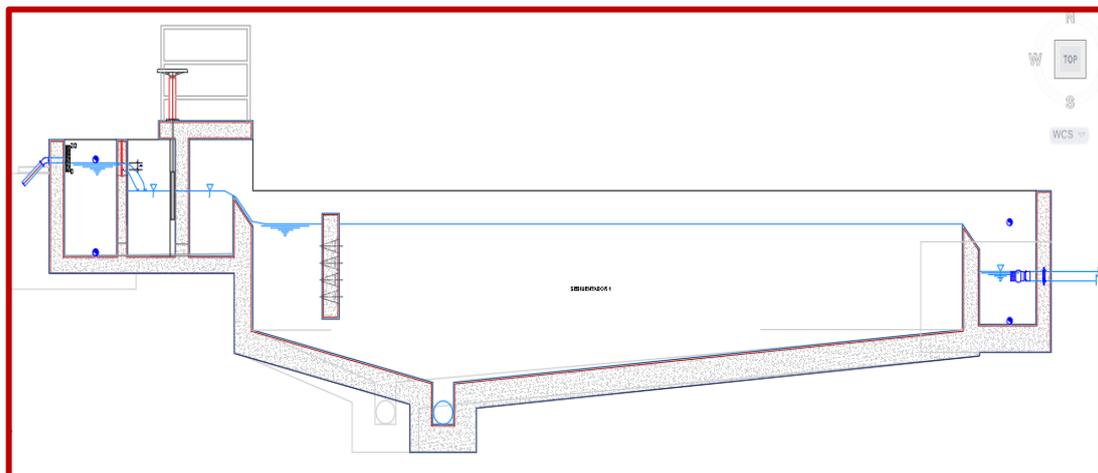
Se construirá un sedimentador asumiendo un caudal de diseño de  $Q_{md} = 1.00 \text{ l/s}$ , dicha estructura contará con dos sedimentadores, canal de medición de caudal, canal de extracción de lodos y estructura de salida. Esta estructura será de concreto armado.

Figura 21: sedimentador - vista en planta



Fuente: Elaboración propia

Figura 22: sedimentador - vista en corte

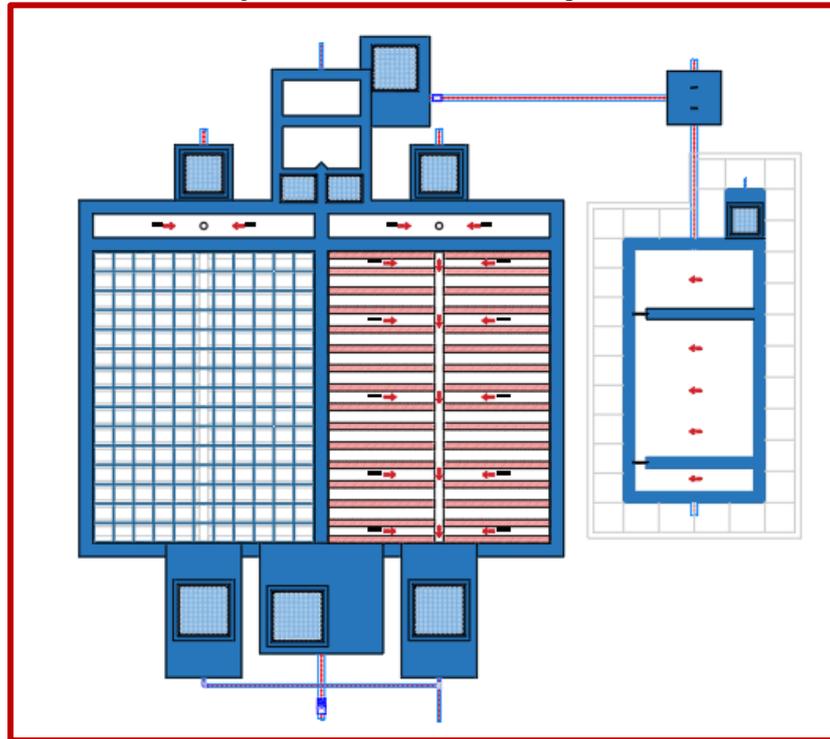


Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.5. Filtro lento

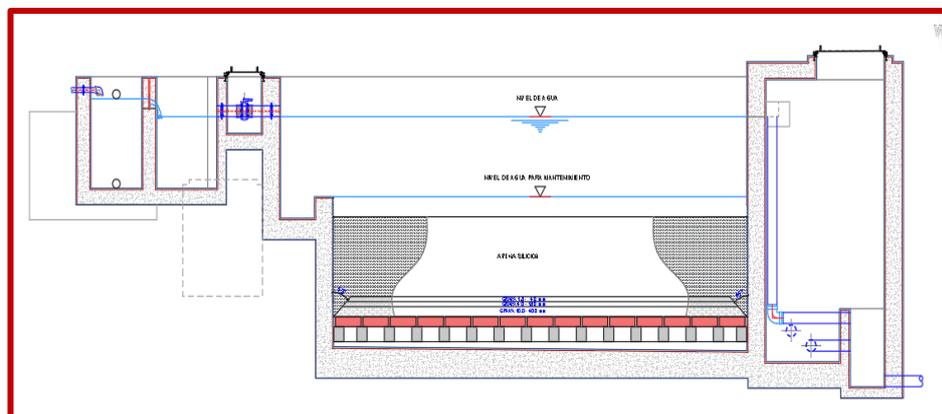
Se construirá un filtro lento, asumiendo un caudal de diseño de  $Q_{md} = 1.00$  l/s, dicha estructura contará con dos filtros, vertederos de ingreso, lavado de arenas y buzonetas. Esta estructura será de concreto armado.

Figura 23: Filtro lento - vista en planta



Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Filtro lento - vista en corte

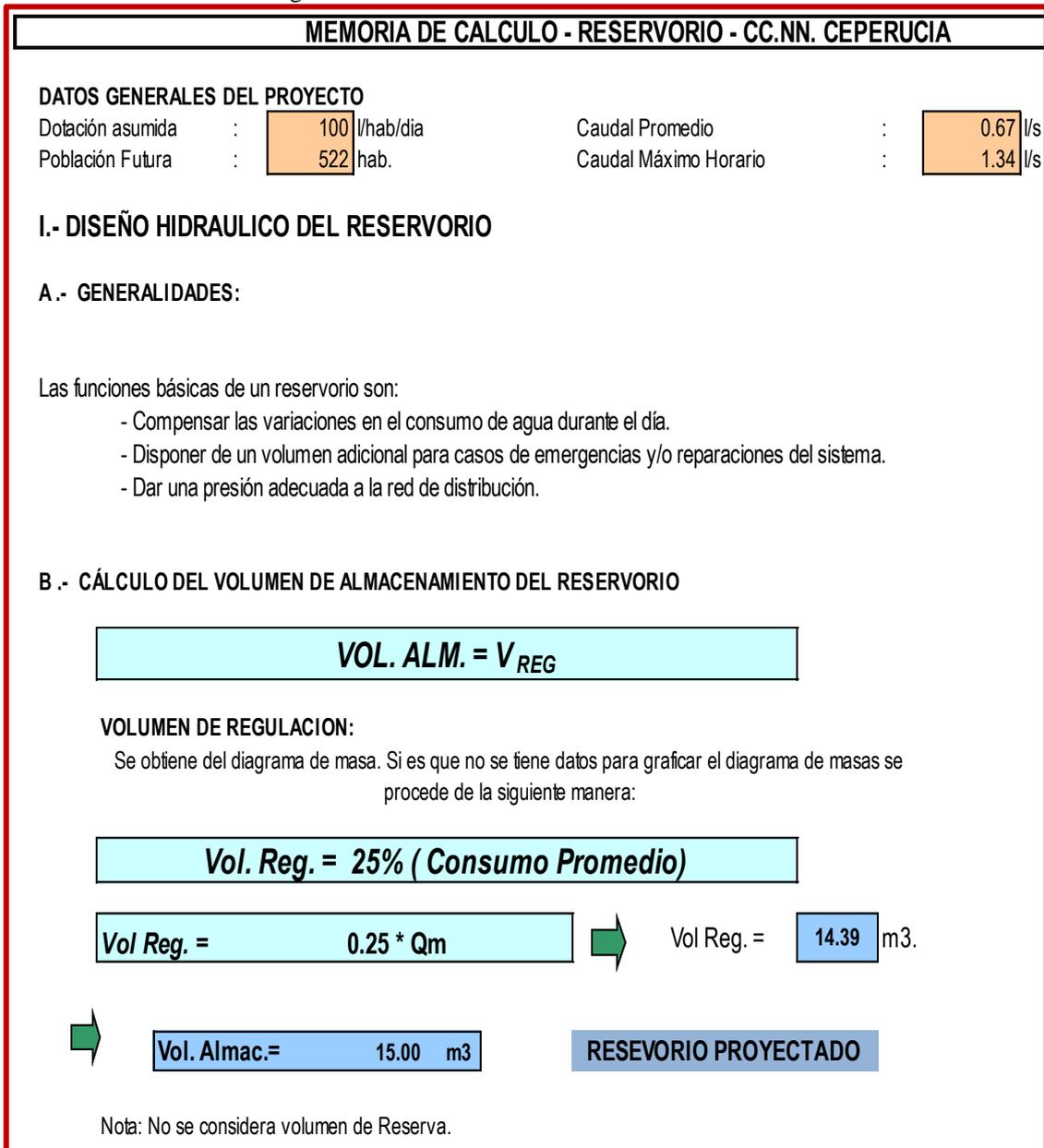


Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.6. Reservorio apoyado

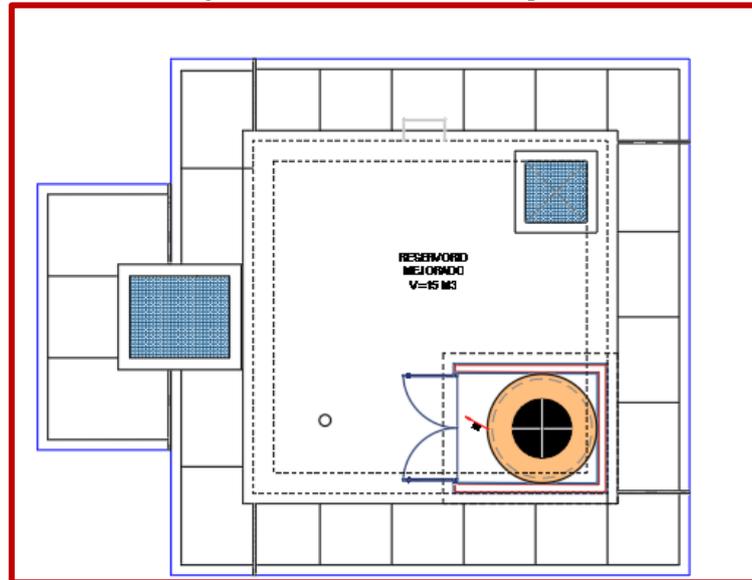
De acuerdo al cálculo se requiere un volumen de almacenamiento de 14.4 m<sup>3</sup>, sin embargo, según los parámetros de diseño de la RM-192-2018 nos indica que utilizaremos un volumen de 15 m<sup>3</sup>, el cual fue diseñado con un  $Q_p = 0.67$  l/s; de acuerdo a la RM-192-2018.

Figura 25: Cálculo del volumen de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

Figura 26: Reservorio - vista en planta



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.7. Línea de aducción y red de distribución

Según los cálculos realizados se obtuvo un  $Q_{mh} = 1.34$  l/s para la red de distribución; sin embargo, se trabajó con  $Q_{mh} = 1.50$  l/s de acuerdo a los parámetros de diseño de la RM-192-2018.

#### Datos complementarios:

- Caudal de diseño ( $Q_{mh}$ ) : 1.50 l/s
- Cantidad de viviendas : 139
- I.E. Inicial : 01
- I.E. Primaria : 01
- I.E. Secundaria : 01
- Posta o centro de salud : 01

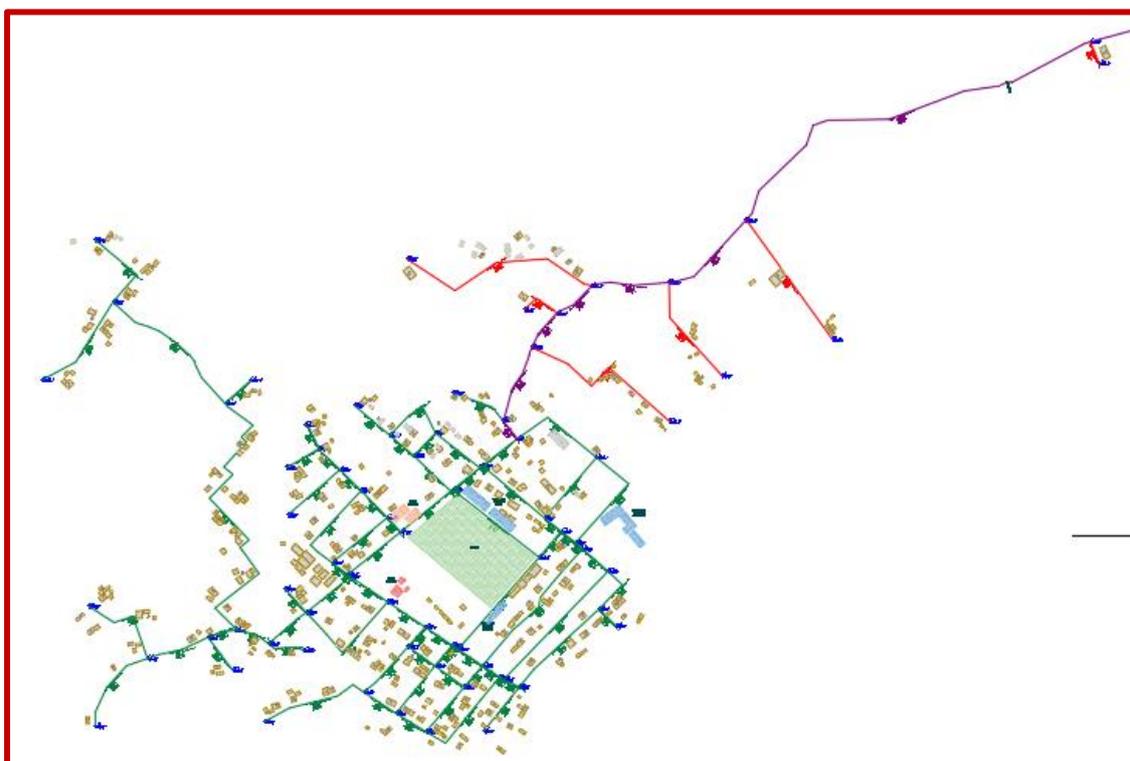
#### Consumo unitario:

$$Q_{UNITARIO} = \frac{Q_{mh}}{Población} = 0.0105 \text{ l/s/hab.}$$

Por lo cual tenemos los resultados de 0.0105 por tramo (ver Anexo 05).

El cálculo y diseño hidráulico se realizó con ayuda del programa WaterCad. Obteniendo diferentes diámetros de tubería que se detallan a continuación, el primero es de tubería PVC C-10 de Ø2", el segundo es de tubería PVC C-10 de Ø1.5" y el tercero es de tubería PVC C-10 de Ø3/4" (ver Anexo 06 y 07).

Figura 27: Mapa de la red de distribución



Fuente: Elaboración propia

## 4.2. Sistema de la disposición sanitaria de excretas

### 4.2.1. Opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas

#### 4.2.1.1. Criterio de elección de disposición sanitaria de excretas

##### a) Disponibilidad de agua para consumo:

La Comunidad Nativa de Caperucia tiene disponibilidad de agua, las cuales está considerada para la disposición sanitaria de excretas con arrastre hidráulico, siendo esta una dotación de 100 l/hab.d, correspondiente al siguiente tabla:

Tabla 36: Dotación de agua según forma de disposición de excreta

<b>REGIÓN GEOGRÁFICA</b>	<b>DOTACIÓN – UBS SIN ARRASTRE HIDRAULICO (l/hab.d)</b>	<b>DOTACIÓN – UBS CON ARRASTRE HIDRÁULICO (l/hab.d)</b>
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente: RM-192-2018-MVCS

**b) Nivel freático**

En la Comunidad Nativa de Caperucia se realizaron exploración de suelos por medio de calicatas sin evidencias de agua subterráneas las cuales se definieron que el nivel freático se encuentra mayor a los 4 metros.

**c) Pozo de agua para el consumo humano**

Con la vista a campo se verifico cada vivienda la cuales no existe evidencias de pozos de agua para su consumo.

**d) Zona inundable:**

De acuerdo con la topografía y los datos adquiridos por SENAMHI, se concluyó que la Comunidad Nativa de Caperucia no es una zona inundable.

**e) Disponibilidad de terreno:**

Las viviendas que se encuentran concentradas en la comunidad son del 65% estas viviendas disponen de un área para la instalación de los UBS, pero no tienen un área para la descarga de sus aguas grises.

El 35% de las viviendas se encuentran dispersas, estas viviendas son adecuadas para la instalación de sus UBS y también tienen suficiente espacio para la descarga de sus aguas grises.

**f) Suelo expansivo:**

La zona de estudio se encuentra en una región tropical y analizando los datos recopilados y los cambios volumétricos del suelo por la presencia de las lluvias, verificamos que son suelos expansivos.

**g) Facilidad de excavación**

El suelo que se tiene en la comunidad es blando las cuales son accesibles para excavar.

**h) Suelo fisurado**

Como se pudo verificar y realizar las explanaciones en la zona de estudio y entendiendo que el suelo no contiene fisuras profundas se decir que no es un suelo fisurado.

**i) Suelo permeable**

Se entiende que el tipo de suelo permita la infiltración de líquidos, este tipo de infiltraciones se verifico con las tes de percolación realizadas en campo y de acuerdo a lo parámetro de la RM-192-2018, no referimos a la permeabilidad del suelo según el test de percolación, siendo el caso de infiltración igual o mayor a 12 minutos se debe de usar opciones tecnológicas secas y si es menor a 12 minutos se utilizará opciones tecnológicas con arrastre hidráulico.

Tabla 37: sistema de infiltración por clase de terreno y tiempo de infiltración

<b>CLASE DE TERRENO</b>	<b>TIEMPO DE INFILTRACIÓN PARA EL DESCENSO DE 1 cm</b>	<b>SISTEMA DE INFILTRACIÓN</b>
Rápido	Menos de 4 minutos	Pozo de Infiltración
Medio	De 4 a menos de 8 minutos	Zanja de Percolación
Lento	De 8 hasta 12 minutos	Zanja de Percolación

Fuente: RM-192-2018-MVCS

**Procedimiento del test de percolación:**

Para poder determinar el tipo de suelo si e permeable o impermeable en la Comunidad Nativa de Caperucia se realizó ensayo de test de percolación aplicando la norma técnica IS.020 (ver Anexo 08)

**j) Vaciado del depósito de excretas**

Se construirá caja de concreto para el almacenamiento de los residuos de excretas y después realizar su eliminación.

**k) Aprovechamiento de residuos fecales**

No se aprovechará los residuos fecales se optará por una tecnología del tipo seca.

**l) Papel blando para la limpieza anal**

Se debe de realizar talleres del uso correcto de la limpieza anal.

**m) Costos y mantenimiento**

Se considera una tecnología con arrastre hidráulico las cuales el mantenimiento es de cero soles.

**n) Aceptación de la solución**

Se realizo una asamblea con la comunidad aceptando los criterio técnicos y económicos del estudio a realizar.

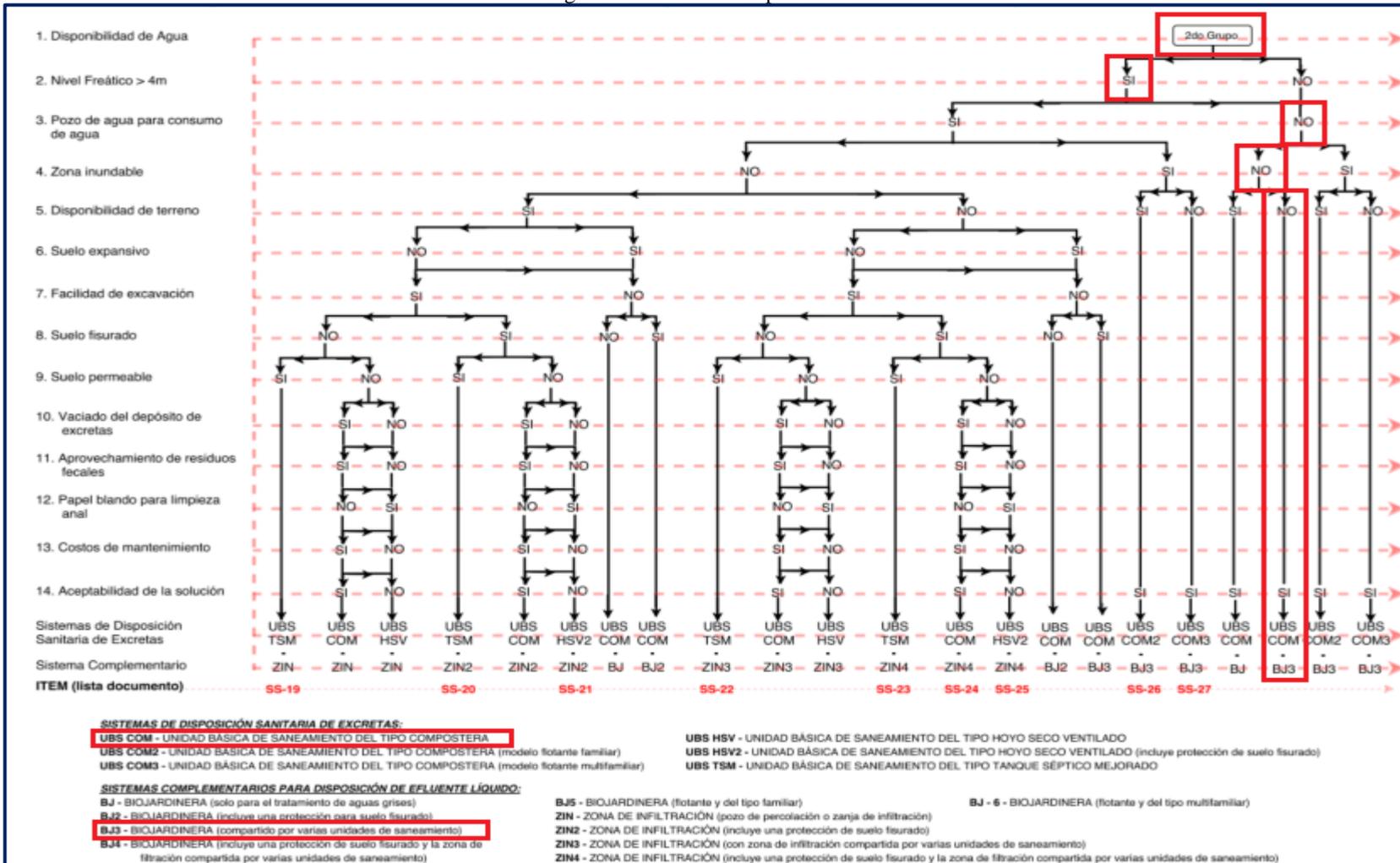
**4.2.1.2. Algoritmo de selección del sistema de disposición sanitaria de excreta**

Con los resultados obtenidos y las características topográficos, los límites de las áreas de los lotes, la disponibilidad del agua, la ubicación de la fuente, la disponibilidad del terreno, el tipo de suelo y su estado de permeabilidad se selecciona el sistema de disposición sanitaria de excreta para la población concentrada y dispersa de la comunidad.

**4.2.1.2.1. Población concentrada**

El sistema seleccionado para la población concentrada es de un servicio multifamiliar.

Tabla 38: Algoritmo de elección – población concentrada

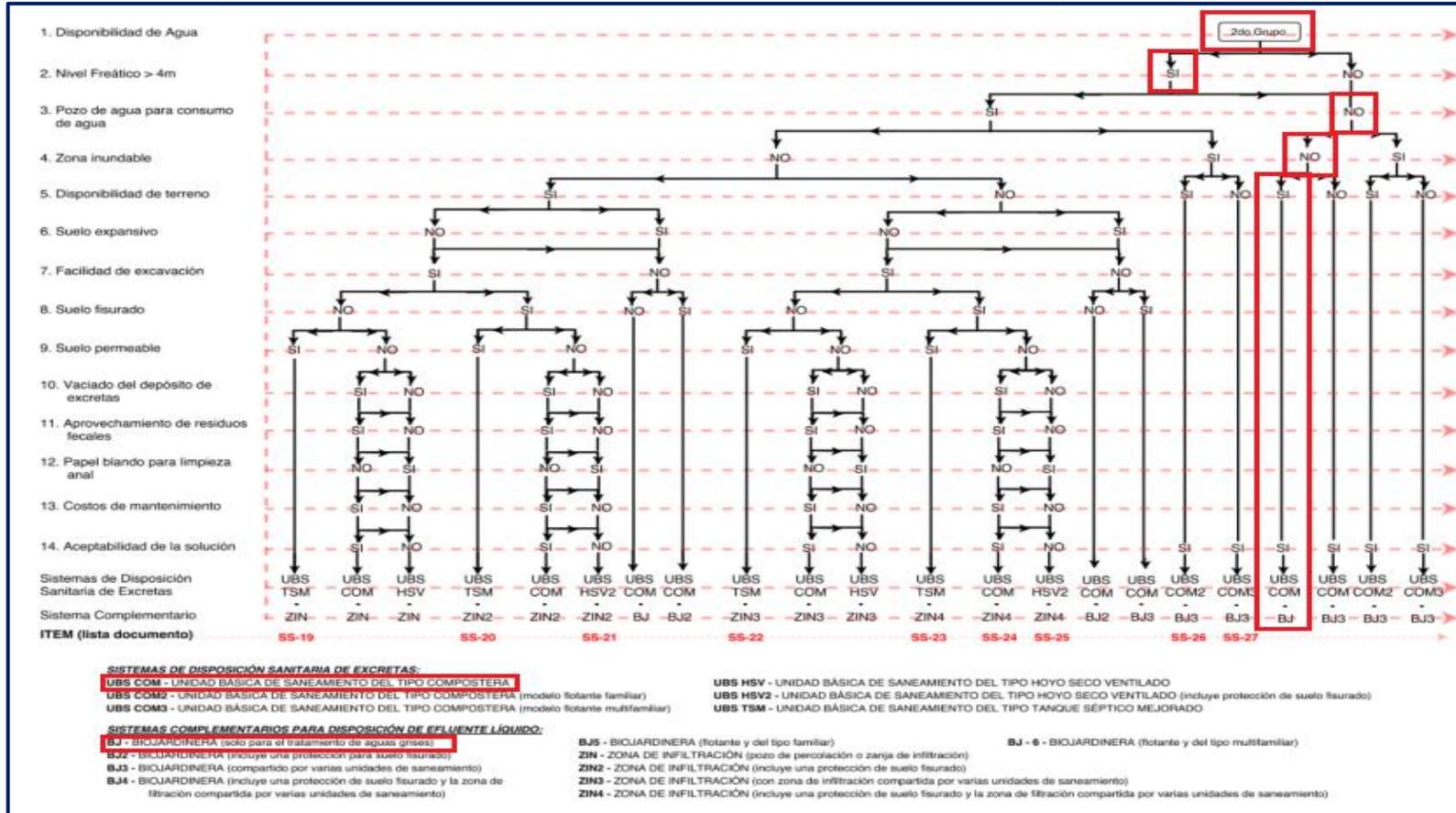


Fuente: RM-192-2018 MVCS

### 4.2.1.2.2. Población dispersa

El sistema seleccionado para la población dispersa es de un servicio individual

Tabla 39: Algoritmo de elección - población dispersa



Fuente: RM-192-2018 MVCS

## 4.2.2. Diseño del sistema de disposición sanitaria de excretas

### 4.2.2.1. UBS - Unidades básicas de saneamiento

Para el sistema de la disposición de excretas, se diseñó según los criterios de la RM-192-VIVIENDA (MVCS).

### 4.2.2.2. Tanque séptico mejorado

Para el diseño del tanque séptico mejorado se calcula con la Norma Técnica I.S. 020, de las cuales obtenemos un biodigestor con capacidad de 600 l para el tratamiento de las aguas residuales en el ámbito rural.

Tabla 40: Diseño del TSM

CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL TANQUE SEPTICO MEJORADO			
<b>CALCULO PARA VERIFICAR EL VOLUMEN DEL TANQUE SEPTICO MEJORADO</b>			
<b>VIVIENDAS</b>		<b>1</b>	
Región		<b>SELVA</b>	
Periodo de retención		<b>1</b>	días
Dotacion		<b>100</b>	l/hab.d
Densidad		<b>3.76</b>	hab/viv
Consumo total		<b>376</b>	l/d
<b>Solo inodoro + lavadero multiuso</b>		<b>250.24</b>	l/d
Considerando que se baje la palanca 5 veces por cada integrante de la familia y un volumen de tanque de 4.8 lt ademas un uso en el lavado de ropa y cocina de 160 l(80 lt en lavado de ropa y 80 lt en cocina)			
% de contribución al desague		<b>67%</b>	
Caudal de Aporte Unitario de AR	$Q_a = D * C_d$	<b>66.55</b>	l/hab.d
Periodo de Retención	$PR = 1.5 - 0.3 * \log(P * Q_a)$	<b>0.78</b>	días
Volumen requerido de Sedimentación de Lodos	$V_s = 10^{-3} (P * Q_a) * PR$	<b>0.20</b>	m <sup>3</sup>
Volumen de Digestión y Almacenamiento de Lodos	$V_d = 70 * 10^{-3} * P * N$	<b>0.26</b>	m <sup>3</sup>
Volumen Requerido de tanque séptico mejorado		<b>0.46</b>	m <sup>3</sup>
Capacidad de Tanque Septico Mejorado seleccionado		<b>600-750</b>	<b>1</b>
<b>DATOS TANQUE SEPTICO MEJORADO</b>			
Temperatura Promedio		<b>25.0</b>	°C
Tiempo de Remocion de Lodos	N	<b>1</b>	vez / año
Altura Total de Tanque Septico Mejorad	B	<b>1.65</b>	m
Diametro	A	<b>0.85</b>	m
Volumen de Cono		<b>0.16</b>	m <sup>3</sup>
Area de Tanque Septico Mejorado	Ar	<b>0.57</b>	m <sup>2</sup>
<b>A: diámetro</b>			
<b>B: altura</b>			
<b>C: Ingreso 4"</b>			
<b>D: Salida 2"</b>			
<b>E: Salida de lodos 2"</b>			
<b>F: Altura de almacenamiento de lodos</b>			

Fuente: Elaboración propia

### 4.2.2.3. Tratamiento complementario de aguas grises

Teniendo un tratamiento de las aguas residuales por un TSM y teniendo la presencia de las aguas grises por los servicios de ducha, lavatorio y lavadero estos afluentes deberán de tener un tratamiento complementario para su poder alcanzar y aprovechar el afluente para riego de zonas agrícolas.

Para este tratamiento complementario y adoptando lo criterios de las opciones tecnológicos se ha planteado en un tratamiento por humedales.

#### Diseño del humedal:

Tabla 41: Calculo de humedal

<b>MEMORIA DE CÁLCULO: HUMEDAL</b>	
<b>COMUNIDAD NATIVA DE CAPERUCIA</b>	
<b>Información de diseño:</b>	
Numero de vivienda	1 Viviendas
Densidad poblacional	3.76 hab/viv
N° de habitantes por familia (P)	4 habitantes
Dotación	100 L/hab.d
Contribución de desagüe	80%
Contribución unitaria de aguas residuales (q)	80 L/p.d
Resultados del Test de Percolación	
Ci (Debe obtenerse en campo) Test de percolacion	
Porosidad del humedal: Valores menores para vegetacion densa y madura (0.65 a 0.75)	
Volumen de aguas grises	301 L/d
<b>Humedal</b>	
Caudal Unitario (Q)	1 Viviendas 0.003 L/s
Caudal descargado (Q)	0.30 m3/día
DBO entrada (Co)	350 gr/m3
Carga Orgánica	105.28 gr/día
DBO salida (Ce)	50 gr/m3
Carga Superficial	37.5 gr/m2/día
Temperatura mes más frio	15 °C
Profundidad humedal, (y)	0.6 m
Porosidad humedal (n)	0.65
<b>Ancho humedal (canal)</b>	
Kt = $0.678 \cdot (1.06)^{(T-20)}$	<b>1.5 m</b> 0.51 1/día
As = $Q(\ln Co - \ln Ce) / (Kt \cdot Yn)$ - Para remover la DBO	<b>2.96 m2</b>
Area Superficial por carga orgánica (Aco)	2.81 m2
Área seleccionada para el proyecto (Valor máximo entre Aco vs As)	2.96 m2
Longitud de humedal	<b>1.97 m</b>
<b>Longitud de humedal asumida</b>	
	<b>2.00 m</b>
Volumen	1.80 m3
Periodo de retención aparente	6.0 días

Fuente: Elaboración propia

### **4.3. Gestión social y económica**

#### **4.3.1. Prestación de servicio institucional**

Es necesidad de incorporar instituciones que brinden servicios respecto a la sostenibilidad del sistema de saneamiento en la Comunidad Nativa de Caperucia, en nuestro caso sería una Junta Administrativa del Servicio de Saneamiento (JASS).

##### **4.3.1.1. Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS)**

Son organizaciones elegidas voluntariamente por la comunidad y se constituyen con el propósito de administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento de uno o más centros poblados del ámbito rural. (Decreto Ley N° 26338, texto único ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento).

##### **4.3.1.2. Organización de la JASS**

###### **a. Asamblea general**

Es la autoridad máxima de la organización comunal, está integrada por todos los asociados inscritos en el padrón de asociados.

###### **b. Consejo directivo**

Es un grupo de personas elegidas voluntariamente que tiene como finalidad asegurar la calidad de los servicios, llevar una buena gestión y administración de la JASS

###### **c. Fiscal**

Es la persona o grupo de personas elegidas en asamblea que vigila y supervisa al consejo directivo.

##### **4.3.1.3. Registro de la JASS**

El registro es en la Municipalidad de la jurisdicción y más específicamente en el Libro de Registros de Organizaciones Comunales, debidamente legalizado por el Juez de Paz.

#### **4.3.1.4. Requisito para la inscripción de una JASS**

Se debe presentarse el acta de constitución de la JASS, su Estatuto aprobado por la Asamblea, el acta de la elección del Consejo Directivo y el documento de identidad del presidente del Consejo Directivo. La Municipalidad entrega a la JASS una Constancia de Inscripción de la Organización.

#### **4.3.2. Cuota familiar**

##### **4.3.2.1. Cobertura de la cuota familiar**

La cota familiar es necesario aportar para la sostenibilidad, (mantenimiento y operación) del proyecto de agua potable y saneamiento. La cota familiar en un presupuesto que aporta un usuario con fines de auto mantenimiento del proyecto, administrada por la institución encargada.

La cobertura de la cuota familiar debe cubrir como mínimos los siguientes:

- a. Los costos de administración, operación y mantenimiento de los servicios de agua y desagüe.
- b. Reposición de equipos y materiales.
- c. La rehabilitación y/o ampliación de las infraestructuras del sistema de saneamiento básico.

##### **4.3.2.2. Cálculo de la cuota familiar**

La ecuación para el cálculo de la cuota está constituida por las siguientes variables:

###### **a. Costo de operación (CO)**

Son los gastos de las actividades que componen una buena operacional del sistema de saneamiento básico (ver Anexo 09).

**b. Costo de mantenimiento (CM)**

Son los gastos de las actividades que componen el mantenimiento del sistema de saneamiento básico (ver Anexo 10).

**c. Costo de administración (CA)**

Son los gastos de las actividades que componen la administración del sistema de saneamiento básico (ver Anexo 11).

**d. Costo de reposición (CR)**

Son los gastos de las actividades que componen la reposición del sistema de saneamiento básico (ver Anexo 12).

**e. Reserva anual (RR)**

Son los gastos menores para la rehabilitación del sistema de saneamiento básico.

$$RR=0.10x(CO+CM+CA+CR+RR)$$

**f. Presupuesto anual (PA)**

$$PA=CO+CM+CA+CR+RR$$

**g. Cuota familiar (CF)**

Es el pago que realizan los asociados que cuentan con los servicios de saneamiento brindados por la organización comunal (ver Anexo 13).

$$CF = \frac{PA}{NA}$$

**Donde:**

PA : Presupuesto anual

NA : Número de asociados

CF : Cota familiar

### **4.3.3. Entorno político y social**

#### **4.3.3.1. Área técnica municipal (ATM)**

El área técnica municipal (ATM) es la oficina creada para la gestión del agua potable y saneamiento básico, implementada en la entidad municipal.

#### **4.3.3.2. Formalización del ATM**

Es importante primeramente dotar de un capital humano para impulsar una serie de actividades a implementar, en ese sentido sugerimos realizar los siguientes pasos:

- Designación de un personal idóneo
- Equipamiento de la oficina
- Formalización del área técnica municipal.

#### **4.3.3.3. Funciones del ATM**

- Fortaleces la gestión municipal en el tema de saneamiento básico integral
- Fortalecimiento a nivel comunal capacitando a los presidentes de JASS en temas de saneamiento básico y agua potable.
- Dota y mejorar las condiciones de los servicios de agua potable y saneamiento básico y otras actividades.

### **4.3.4. Manual de operación y mantenimiento del sistema**

Es importante para el auto mantenimiento y la sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico, se desarrolla tomando como base las recomendaciones del reglamento nacional de edificaciones RNE y manuales existentes respecto a saneamiento y agua potable publicados por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).

Los Manuales de Operación y Mantenimiento entran en aplicación después de concluir la etapa de construcción del proyecto y está especificado y

definido para los componentes del sistema de agua potable y saneamiento básico en la comunidad.

#### **4.3.4.1. Componentes del sistema de agua potable por gravedad**

- Captación
- Línea de conducción
- Planta de tratamiento de agua potable
- Reservorio apoyado
- Línea de aducción
- Red de distribución
- Cruce aéreo
- Cámara rompe presión tipo VI
- Cámara rompe presión tipo VII
- Cámara de control
- Cámara de aire
- Cámara de purga
- Conexiones domiciliarias

#### **4.3.4.2. Componentes del sistema de disposición de excretas**

- Biodigestor
- Caja de registro de lodos
- Área de infiltración
- Lavatorio
- Inodoro
- Lavadero

## **CAPITULO V**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

#### **5.1. Sistema de agua potable**

##### **5.1.1. Opción tecnológica del sistema de abastecimiento de agua**

Teniendo en cuenta lo criterios y el algoritmo de selección tecnológica se debe de implementar a un sistema por gravedad con tratamiento y conexiones domiciliarias.

##### **5.1.2. Diseño del sistema de agua potable**

###### **5.1.2.1. Parámetros de diseño**

Se ha considerado el método aritmético de crecimiento de las cuales tenemos una población actual de 522 habitantes, con una tasa de crecimiento anual del 0.00%, y un periodo de diseño 20 años.

Resultando una población futura de 522 habitantes para la comunidad nativa de Caperucia.

### **5.1.2.2. Captación o fuente de abastecimiento de agua**

De acuerdo a la topografía y el tipo de fuente existente, la captación va ser una bocatoma con canal de fondo. Teniendo los datos se efectúa los siguientes cálculos:

- Ancho de encauzamiento : 2.50 m.
- Altura de los muros de contención : 1.00 m.
- Zanja de infiltración : 0.40x1.85 m.
- Altura de la lámina de agua : 0.65 m.

### **5.1.2.3. Línea de conducción**

El proyecto plantea la instalación de 1052.14 metros lineales de tubería HDPE, PVC y Fierro Galvanizado de diámetro correspondiente desde captación hasta el reservorio.

#### **Desde la captación al sedimentador:**

- 895.90 metros de tubería HDPE PN10 de 1.5”

#### **Desde el sedimentador al filtro lento:**

- 11.44 metros de tubería galvanizada de 1.5”

#### **Desde el filtro lento al reservorio:**

- 144.80 metros de tubería PVC C-10 de 1.5”

### **5.1.2.4. Sedimentador**

es una tecnología que está diseñada para eliminar sólidos suspendidos por sedimentación, dimensiones del sedimentador con los criterios de la RM 192-2018 – VIVIENDA

- Número de unidades : 2 unidades
- Altura del sedimentador : 1.50 m.

- Longitud de la zona de entrada : 0.80 m.
- Altura de la pantalla difusora : 1.00 m.
- Longitud total del sedimentador : 8.00 m.

#### **5.1.2.5. Filtro lento**

La filtración biológica se consigue al hacer circular el agua cruda a través de un manto poroso de arena. Durante el proceso las impurezas entran en contacto con la superficie de las partículas del medio filtrante y son retenidas, desarrollándose adicionalmente procesos de degradación química y biológica que reducen la materia retenida a formas más simples.

Básicamente, un filtro lento de arena consta de una estructura que contiene:

- Una capa sobrenadante de agua cruda.
- Un lecho de arena filtrante.
- Un sistema de drenaje.
- Una estructura de entrada y salida.
- Un conjunto de dispositivos reguladores y de control.

El flujo de agua en un filtro lento de arena puede regularse a la salida o a la entrada del filtro y el método seleccionado puede afectar ligeramente la estructura, los dispositivos de control y el funcionamiento.

#### **5.1.2.6. Reservorio apoyado**

Para el volumen del reservorio, se ha tomado en cuenta la recomendación sugerida por el ministerio de salud en la cual indican que para proyectos de agua potable por gravedad es necesario considerar el 25% al 30% del volumen de Consumo Promedio Diario Anual (Qm); teniendo como resultado el volumen de Reservorio de 15 m<sup>3</sup>.

### **5.1.2.7. Línea de aducción y red de distribución**

Se determino el tendido de la tubería de 10,328.73 metros lineales con tubería PVC C-10 (NTP 399.002), entre los diámetros de 3/4" hasta 2" según se detalla:

- Tubería PVC Ø2" C-10 en un total de 3,418.21 ml
- Tubería PVC Ø1.5" C-10 en un total de 5,960.58 ml
- Tubería PVC Ø3/4" C-10 en un total de 949.94 ml

## **5.2. Sistema de la disposición sanitaria de excretas**

### **5.2.1. Opción tecnológica del sistema de disposición de excretas**

Teniendo los criterios y los análisis de los datos recopilados se definió por dos opciones tecnológicas.

#### **a. Población concentrada**

Como resultado de los algoritmos tenemos que deben ser:

- UBS-COM – unidad básica de saneamiento del tipo compostera de doble cámara (UBS-COM).
- BJ3 – Biojardinera compartida por varios usuarios

Estos resultados son para un sistema sin arrastré hidráulico.

En nuestro caso y verificando todos los diseños con una dotación de 100 l/hab.d nos acogemos a un sistema con arrastré hidráulico, entonces para el tratamiento del sistema sanitario serian:

- UBS-TSM – unidad básica de saneamiento con tanque séptico mejorado.
- Humedal compartido para varios usuarios.

#### **b. Población dispersa**

Como resultado de los algoritmos tenemos que deben ser:

- UBS-COM – unidad básica de saneamiento del tipo compostera de doble cámara (UBS-COM).
- BJ – Biojardinera individual

Estos resultados son para un sistema sin arrastré hidráulico.

En nuestro caso y verificando todos los diseños con una dotación de 100 l/hab.d nos acogemos a un sistema con arrastré hidráulico, entonces para el tratamiento del sistema sanitario serian:

- UBS-TSM – unidad básica de saneamiento con tanque séptico mejorado
- Humedal individual.

### 5.2.2. Diseño del sistema de disposición sanitaria de excretas

Los componentes del sistema básicamente son; módulo de servicio, el biodigestor, caja de registro, y el área de infiltración, los cuales son diseñados según las recomendaciones del reglamento nacional de edificaciones (RNE), la norma IS 020 y las normas del ministerio de vivienda construcción y saneamiento (MVCS), en función a la capacidad y número de habitantes por vivienda.

A continuación, se presenta las dimensiones de los componentes:

- **Módulo de servicio.**

Está hecho por un cerco perimetral de ladrillo y columnas de amarre de 1.90 x 2.00 m, un piso de cemento pulido, una vereda perimetral e=0.10 m, una puerta metálica, techado con calamina, una ventana de ventilación e iluminación y con los siguientes componentes:

- Un inodoro.
- Un lavatorio.
- Una ducha.

➤ Lavadero multiuso.

- **Biodigestor de 600 litro.**

Es un sistema de tratamiento de aguas servidas, independiente y sustentable, que se ha convertido en la opción más eficiente, económica y ecológica para el tratamiento de aguas de deshecho

- **Caja de registro de lodos.**

presenta un ancho de 0.80 metros, un largo de 0.80 metros y una altura de 0.85 metros.

- **Humedal artificial**

Según los cálculos realizados lo humedales tiene una dimensión de 1.50 m de ancho, 2.00 m de largo y una profundidad de 0.65 m.

Su función es tratar las aguas residuales o contaminadas, proporcionando además beneficios ambientales, sociales y económicos.

### **5.3. Gestión social y económica**

#### **5.3.1. Prestación de servicio institucional**

La conformación de la JASS es un prestador de servicio debe estar institucionalizado para que brinde la garantía, seguridad y una administración eficiente y efectiva del servicio de agua potable y saneamiento básico.

#### **5.3.2. Cuota familiar**

Se fija para existencia de un presupuesto para el auto mantenimiento del servicio.

### **5.3.3. Entorno político y social**

El entorno político y social favorable para la prestación de servicio, se logrará concientizando a la población usuaria de la importancia de un servicio óptimo, adecuado y saludable de agua potable y saneamiento básico, por ende, es impórtate implementar en la municipalidad, una oficina encargada exclusivamente del tema, por lo que se tiene que implementar el área técnica municipal - ATM.

.

### **5.3.4. Manual de operación y mantenimiento del sistema**

El manual de operación y mantenimiento de todos los componentes que integran el proyecto, será muy importante para el conocimiento de los usuarios y responsables de brindar el servicio de agua potable y saneamiento básico en la comunidad nativa de Caperucia.

## CONCLUSIONES

1. Se determina que los factores tecnológicos influyen positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento en la comunidad nativa de Caperucia; conociendo la manera de identificar la metodología de opciones tecnológicas, elección y diseño, con una gestión socioeconómico.
2. Se determina la cantidad de agua, el tipo y rendimiento de la fuente, la densidad poblacional y el tipo de saneamiento recomendado son factor técnico que influye positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento básico en la comunidad nativa de Caperucia.
3. Se determina que la población se encuentra concentrada y dispersa con 139 viviendas y 522 habitantes y la aceptación de la opción tecnológica por los usuarios, son factores sociales que influye positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento básico en la comunidad nativa de Caperucia.
4. Se determina que los gastos de operación y mantenimiento anual es de s/. 8,334.48 soles y la cota familiar mensual asignada es de s/. 5.00 soles son factores económicos que influye positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento básico en la comunidad nativa de Caperucia.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la realización del proyecto debido que la investigación es viable, desde los criterios técnico, social y económico reflejan la sostenibilidad del proyecto.
2. Se recomienda recopilar toda la información de campo con los criterios estipulada en la RM-192-2018-VIVIENDA (MVCS), para una buena selección de opción tecnológica recomendada.
3. Se recomienda para diseño de saneamiento básico tener en consideración, todos los criterios de cálculo establecidos en el reglamento nacional de edificaciones (RNE), específicamente en la norma IS 010, IS 020 y los manuales referidos al tema, del Ministerios de Vivienda Construcción y Saneamiento.
4. Se recomienda la conformación de una JASS conjuntamente con la presencia de una autoridad del área técnica municipal (ATM), para establecer la cuota familiar y poner en aplicación los manuales de operación y mantenimiento del sistema de agua potable y la disposición sanitaria de excretas.
5. Se recomienda a las municipalidades capacitar al personal técnico, para que ellos puedan difundir a la población de la zona rural, sobre el uso adecuado del agua potable y de las unidades básicas de saneamiento la cual traerá consigo mejoras para la comunidad.
6. Se recomienda al consultor y/o proyectista la elaboración y tramitar la Disponibilidad Hídrica para la Obtención de Licencia de Uso de Agua Superficial en las entidades y/o autoridades correspondientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Armijo, Juan, y otros. 2020.** Manual de Metodología de Investigación. *Manual de Metodología de Investigación*. 2020, pág. 109.

**Daniel Quenta. 2022.** *Evaluación y Propuesta de Mejoramiento de los Componentes del Sistema de Agua Potable de la Comunidad de Siguaní Grande*. La Paz - Bolivia : s.n., 2022.

**Dzul Escamilla, Marisela. 2020.** *Diseño no-experimental*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Ciudad de Mexico : s.n., 2020.

**Ehiner Montiel & John Lenis. 2021.** *Aporte del proyecto Ciencia, Tecnología e Innovación en comunidades sostenibles para la paz al plan de gestión para la prestación del servicio de abastecimiento de agua y saneamiento básico en zona rural del esquema diferencial ASOGUAJIRA*. Bogota - Colombia : s.n., 2021.

**García Barrera, Rommel Fabian. 2012.** *Caracterización de Tecnologías de Saneamiento Básico que no han generado los impactos esperados en comunidades periurbanas de Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogota - Colombia : 2012.

**Hernández Sampieri, Roberto. 2014.** *Metodología de la Investigación*. México : s.n., 2014.

**Jaime Rojas & Jeffrey Sastoque. 2018.** *Protocolo para la Identificación de las condiciones de Saneamiento Básico en los Asentamientos Informales: colina (Ciudad Bolívar) y Fortuna (USME)*. Bogota - Colombia : s.n., 2018.

**Jolhner Enrique & Luis Valverde. 2021.** *Implementación de unidades básicas de saneamiento basado mediante opciones tecnológicas actuales para proyectos de saneamiento rural en el distrito de Piás – Patate – La Libertad, 2020*. Trujillo - La Libertad : s.n., 2021.

**Michael Vargas. 2019.** *Aspectos Técnicos y su Influencia en el Diseño del Sistema de Saneamiento Básico de la Localidad de Unión Ccano, Huancavelica*. Huancayo - Junin : s.n., 2019.

**MVCS, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2004.** *Criterios para la elección de opciones técnicas y niveles de servicio en sistema de abastecimiento de agua y saneamiento en zonas rurales.* Lima : s.n., 2004.

**MVCS, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2018.** *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistema de Saneamiento en el Ambito Rural.* Lima : s.n., 2018.

**OPS, Organización Panamericana de la Salud. 2008.** *Orientaciones sobre Agua y Saneamiento para Zonas Rurales.* Trujillo - Perú : SIAL Trujillo, 2008.

**OPS, Organización Panamericana de la Salud. 2022.** *Saneamiento Básico.* Buenos Aires - Argentina : s.n., 2022.

**OPS/CEPIS/UNATSABAR. 2002.** *Algoritmo para la Selección de la Opción Tecnológica y Nivel de Servicio en Saneamiento.* Lima : s.n., 2002.

**Rocío del Pilar Guzman. 2021.** *Criterios para la elección de opciones tecnológicas en saneamiento rural en los centros poblados de Huellap, Santa Rosa de Pacuash y Ucru, distrito de Independencia – Huaraz – Ancash.* Huaraz - Ancash : s.n., 2021.

**Roger, Agüero Pitman. 1997.** *AGUA POTABLE PARA POBLACIONES RURALES.* Lima : Asociación Servicios Educativos Rurales, 1997. 165.

**Romario Villasante & Alexander Caballero. 2021.** *Índice de sostenibilidad en el sistema de saneamiento básico en la localidad Anchicha, distrito Chacoche, provincia de Abancay – Apurímac, 2018.* Abancay - Apurímac : s.n., 2021.

**Tamayo, Mario. 2005.** *El proceso de la Investigación científica.* México : s.n., 2005.

**Zulma Raqui. 2017.** *Caracterización y diseño del sistema de agua potable y saneamiento, de la comunidad nativa San Román de Satinaki – Perene - Chanchamayo – Región Junín, año 2016.* Huancayo - Junín : s.n., 2017.

## **ANEXOS**

## Anexo 01: Matriz de consistencia

“FACTORES TECNOLÓGICOS QUE DETERMINAN LA SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD NATIVA DE CAPERUCIA - RIO TAMBO-2023”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b></p> <p>¿De qué manera los factores tecnológicos influyen en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023?</p>	<p><b>OBJETIVOS GENERAL:</b></p> <p>Determinar de qué manera los factores tecnológicos influyen en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Los factores tecnológicos influenciarán positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <p>X = Factores Tecnológicos.</p>	<p>Factor Técnico</p> <p>Factor Social</p> <p>Factor Económico</p>	<p>Tipo de saneamiento recomendado.</p> <p>Método de limpieza anal Aprovechamiento de los residuos fecales</p> <p>Gastos de capital y de mantenimiento</p>	<p><b>MÉTODO GENERAL:</b> Científico.</p> <p><b>MÉTODO ESPECÍFICO:</b> Deducción e inducción</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada.</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Explicativo – Correlacional</p> <p><b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</b> No Experimental.</p> <p><b>POBLACIÓN:</b> la comunidad nativa de Caperucia cuenta de aproximadamente 139 viviendas, ubicada en el distrito de Río Tambo, provincia de Satipo, Junín.</p> <p><b>MUESTRA:</b> En la investigación se tomará en cuenta las opciones técnicas que influyen a la comunidad nativa de Caperucia, en el distrito de Río Tambo, provincia de Satipo, Junín.</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>¿De qué manera el factor técnico influye en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023?</p> <p>¿De qué manera el factor social influye en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023?</p> <p>¿De qué manera el factor económico influye en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>Determinar de qué manera el factor técnico influye en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.</p> <p>Determinar de qué manera el factor social influye en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.</p> <p>Determinar de qué manera el factor económico influye en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.</p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</b></p> <p>El factor técnico influenciará positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.</p> <p>El factor social influenciará positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.</p> <p>El factor económico influenciará positivamente en la sostenibilidad del sistema de saneamiento de la Comunidad de Caperucia, del Distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo en el año 2023.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p> <p>Y = Sostenibilidad del Sistema de Saneamiento</p>	<p>Estado del sistema</p> <p>Gestión</p> <p>Operación y Mantenimiento</p>	<p>Calidad de agua</p> <p>Junta administrativa</p> <p>Plan de mantenimiento Cloración Limpieza y desinfección Herramientos</p>	

## Anexo N°02: Criterios de estandarización de componentes hidráulicos

Tabla 42: Criterios de estandarización de componentes hidráulicos

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
13	Cisterna de 5, 10 y 20 m <sup>3</sup>	V <sub>cist</sub> (m <sup>3</sup> ) = (menor a 5) o (>5 – 10) o (>10 – 20)	Población final y dotación	Para un volumen calculado menor o igual a 5 m <sup>3</sup> , se selecciona una estructura de almacenamiento de 5 m <sup>3</sup> , para un volumen mayor a 5 m <sup>3</sup> y hasta 10 m <sup>3</sup> , se selecciona una estructura de almacenamiento de 10 m <sup>3</sup> y así sucesivamente.  Para los volúmenes no considerados, debe tenerse en cuenta lo siguiente: i) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5, ii) debe considerarse los diseños propuestos como referencia para nuevas estructuras
	Cerco Perimétrico Cisterna		X	
13	Reservorio Apoyado de 5, 10, 15, 20 y 40 m <sup>3</sup>	V <sub>res</sub> (m <sup>3</sup> ) = (menor a 5) o (>5 – 10) o (>10 – 15) o (>15 – 20) o (>35 – 40)	Población final y dotación	Para los volúmenes no considerados, debe tenerse en cuenta lo siguiente: i) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5, ii) debe considerarse los diseños propuestos como referencia para nuevas estructuras
14	Reservorio Elevado de 10 y 15 m <sup>3</sup>	V <sub>res</sub> (m <sup>3</sup> ) = (>5 – 10) o (>10 – 15)	Población final y dotación	
14.1	Caseta de Válvulas de Reservorio			Típicos para modelos pequeños y de pared curva para un reservorio de gran tamaño
14.2	Sistema de Desinfección			Sistema de desinfección para todos los reservorios
14.3	Cerco Perimétrico para Reservorio			Para la protección y seguridad de la infraestructura
15	Línea de Aducción			Para un caudal máximo diario "Q <sub>md</sub> " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q <sub>md</sub> " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
16	Red de Distribución y Conexión Domiciliaria			
16.1	CRP para Redes	Q <sub>md</sub> (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)		Para un caudal máximo diario "Q <sub>md</sub> " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q <sub>md</sub> " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
16.2	Válvula de Control		X	
16.3	Conexión Domiciliaria		X	
17	Lavaderos	Depende si se implementa en vivienda, institución pública o institución educativa inicial y primaria		Para distintos tipos de conexión domiciliaria
18	Piletas Públicas	Cota de ubicación de los componentes		Solamente en el caso de que las viviendas más altas ya no sean alcanzadas por el diseño de la red
19	Captación de Agua de Lluvia		Falta de fuente	Se realiza la captación de agua de lluvia por ser la única solución posible ante la falta de fuente

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
13	Cisterna de 5, 10 y 20 m <sup>3</sup>	$V_{cist} (m^3) = (\text{menor a } 5) \text{ o } (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 20)$	Población final y dotación	Para un volumen calculado menor o igual a 5 m <sup>3</sup> , se selecciona una estructura de almacenamiento de 5 m <sup>3</sup> , para un volumen mayor a 5 m <sup>3</sup> y hasta 10 m <sup>3</sup> , se selecciona una estructura de almacenamiento de 10 m <sup>3</sup> y así sucesivamente. Para los volúmenes no considerados, debe tenerse en cuenta lo siguiente: i) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5, ii) debe considerarse los diseños propuestos como referencia para nuevas estructuras
	Cerco Perimétrico Cisterna		X	
13	Reservorio Apoyado de 5, 10, 15, 20 y 40 m <sup>3</sup>	$V_{res} (m^3) = (\text{menor a } 5) \text{ o } (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 15) \text{ o } (>15 - 20) \text{ o } (>35 - 40)$	Población final y dotación	Para los volúmenes no considerados, debe tenerse en cuenta lo siguiente: i) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5, ii) debe considerarse los diseños propuestos como referencia para nuevas estructuras
14	Reservorio Elevado de 10 y 15 m <sup>3</sup>	$V_{res} (m^3) = (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 15)$	Población final y dotación	
14.1	Caseta de Válvulas de Reservorio			Típicos para modelos pequeños y de pared curva para un reservorio de gran tamaño
14.2	Sistema de Desinfección			Sistema de desinfección para todos los reservorios
14.3	Cerco Perimétrico para Reservorio			Para la protección y seguridad de la infraestructura
15	Línea de Aducción			Para un caudal máximo diario " $Q_{md}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{md}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
16	Red de Distribución y Conexión Domiciliaria			
16.1	CRP para Redes	$Q_{md} (l/s) = (\text{menor a } 0,50) \text{ o } (>0,50 - 1,00) \text{ o } (>1,00 - 1,50)$		Para un caudal máximo diario " $Q_{md}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{md}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
16.2	Válvula de Control		X	
16.3	Conexión Domiciliaria		X	
17	Lavaderos	Depende si se implementa en vivienda, institución pública o institución educativa inicial y primaria		Para distintos tipos de conexión domiciliaria
18	Piletas Públicas	Cota de ubicación de los componentes		Solamente en el caso de que las viviendas más altas ya no sean alcanzadas por el diseño de la red
19	Captación de Agua de Lluvia		Falta de fuente	Se realiza la captación de agua de lluvia por ser la única solución posible ante la falta de fuente

Fuente: RM-192-2018-VIVIENDA (MVCS)

## Anexo N°03: Variaciones de temperatura y precipitaciones

Tabla 43: Variaciones de temperatura y precipitaciones

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : PUERTO OCOPA				
Departamento : JUNIN		Provincia : SATIPO		Distrito : RIO TAMBO
Latitud : 11°8'48.1"		Longitud : 74°18'18.26"		Altitud : 319 msnm.
Tipo : CO - Meteorológica		Código : 111039		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)			PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN	HUMEDAD RELATIVA (%)	TOTAL
01/02/2023	28	22.4	89.9	10.8
02/02/2023	30	22.2	89.9	3.9
03/02/2023	29	22.4	92	8
04/02/2023	28.6	22.2	89.3	2.9
05/02/2023	30.2	22.2	86.1	2.1
06/02/2023	26.4	22	94	6.3
07/02/2023	32.8	21.2	77.1	0
08/02/2023	S/D	21.2	S/D	0
09/02/2023	34.4	21	85.1	0
10/02/2023	35	20.8	77.5	27.1
11/02/2023	28.6	22.4	90.5	6.6
12/02/2023	35.2	22.4	83.2	0
13/02/2023	32.2	21.8	85.4	0.6
14/02/2023	27.2	22	88.4	6.6
15/02/2023	29.6	21.6	89.2	10.2
16/02/2023	S/D	22.2	S/D	1.4
17/02/2023	28.4	22.6	90.9	30.4
18/02/2023	29.4	23	80.3	3.8
19/02/2023	29.4	21.4	79.2	0
20/02/2023	30	20.8	74.6	0
21/02/2023	33.2	21.4	77.6	0
22/02/2023	35.4	21.8	80.2	0
23/02/2023	34.4	21.8	79.5	0
24/02/2023	33.4	22.2	81.5	0
25/02/2023	30.2	22	84	0
26/02/2023	32.2	22.8	83.3	1.2
27/02/2023	33.4	22	75.7	0.5
28/02/2023	34.4	22.4	72	0

Fuente: Senamhi

## Anexo N°04: Análisis de la muestra de agua por el laboratorio EQUAS S.A.

Figura 28: Análisis físico – químico

<b>Procedencia</b>	: <b>CC.NN. DE CAPERUCIA</b> <b>Distrito: Río Tambo - Provincia: Satipo</b> <b>Departamento: Junín</b>
<b>Matriz de la Muestra</b>	: <b>Agua Superficial</b>
Fecha de Muestreo	: 21 - Febrero – 2 023
Responsable del Muestreo	: <b>Cristhian A. Gaspar Ñavez</b>
Fecha y Hora de Recepción	: 22 - Febrero - 2 023 / 14:50 h
Fecha de Ejecución del Ensayo	: 22 - Febrero al 01 – Marzo – 2 023

Código Interno: L0378/23

PARÁMETROS	0378 - 1 <sup>(A)</sup>	Expresado en:	METODOS DE ENSAYO
	Captación "Riachuelo Osherato" <sup>(B)</sup> (10:30 h) N 8 751 723 - E 595 137		
Boro (B)	< 0,02	mg B/L	APHA 4500-B C (*)
Conductividad Eléctrica	124,20	µmho/cm	APHA 2510 B (*)
Cianuro Total	< 0,005	mg CN/L	APHA 4500-CN C,E (*)
Cloruros	< 1	mg Cl/L	APHA 4500-Cl C (~)
Cloro Residual Libre	0,10	mg/L	APHA 4500-Cl G (***)
Color Verdadero	3	UC	APHA 2120 C (*)
Dureza Total	64	mg CaCO <sub>3</sub> /L	APHA 2340 C (~)
Fósforo	< 0,029	mg P/L	APHA 4500-F D
Nitratos	0,113	mg N-NO <sub>3</sub> /L	APHA 4500-NO <sub>3</sub> B (*)
Nitritos	< 0,003	mg N-NO <sub>2</sub> /L	EPA 354.1 (*)
Sólidos Totales Disueltos	60	mg/L	APHA 2540 C (*)
Sulfatos	14	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L	APHA 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E (*)
Turbidez	4,5	NTU	APHA 2130 B (*)
pH	7,77	Unidad de pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B (***)

(<sup>A</sup>) Código de Laboratorio      (<sup>B</sup>) Código del Solicitante y hora de muestreo

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS -**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, EPA 354.1, 1971
- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL – DA
- (~) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el IAS, TL-1011.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA:-**

- Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser analizadas.

**OBSERVACIONES**

- (\*\*\*) Los resultados de Cloro Residual Libre y pH son referenciales, porque no cumplen con los requisitos de control de calidad. Se efectuaron los análisis a solicitud del cliente.
- Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

Lima, 01 de Marzo de 2 023.

**EQUAS S.A.**  
  
**Ing. Eusebio Victor Cóndor Evaristo**  
 Gerente General

Fuente: Laboratorio EQUAS S.A.

Figura 29: Análisis microbiológicos

**Procedencia** : CC.NN. DE CAPERUCIA  
**Distrito:** Río Tambo - **Provincia:** Satipo  
**Departamento:** Junín

**Matriz de la Muestra** : Agua Superficial

Fecha de Muestreo : 21 - Febrero – 2 023  
 Responsable del Muestreo : **Cristhian A. Gaspar Navez**

Fecha y Hora de Recepción : 22 - Febrero - 2 023 / 14:50 h  
 Fecha de Ejecución del Ensayo : 22 - Febrero al 01 – Marzo – 2 023

Código Interno: L0378/23

PARÁMETROS	0378 - 1 <sup>(A)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	Captación "Riachuelo Osherato" <sup>(B)</sup> (10:30 h)		
<b>Microbiológicos</b>			
Coliformes Totales	340	NMP/100 mL	APHA 9221 B (*)
Coliformes Termotolerantes	72	NMP/100 mL	APHA 9221 E (ítem 1) (*)
Escherichia Coll	24	NMP/100 mL	APHA 9221 G (ítem 2) (*)
Recuento de Heterótrofos en Placa <sup>(1)</sup>	23 x 10 <sup>2</sup>	UFC/mL	APHA 9215 B
<b>Parasitológicos</b>			
Huevos de Helmintos	< 1	Huevo/L	The modified Ballenger method (~)
<b>Hidrobiológicos</b>			
<b>Organismos de Vida Libre</b>			
Algas	< 1	Organismos/L	APHA 10900 A, B (~)
Copépodos	< 1		
Nemátodos	< 1		
Protozoarios	< 1		
Rotíferos	< 1		
Total	< 1		

<sup>(A)</sup> Código de Laboratorio      <sup>(B)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS-**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23<sup>rd</sup> Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- ANALYSIS OF WASTEWATER FOR USE IN AGRICULTURE: A LABORATORY MANUAL OF PARASITOLOGICAL AND BACTERIOLOGICAL TECHNIQUE – OMS 1996.
- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL – DA.
- (~) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el IAS, TL-1011.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA:**

- Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser analizadas.

**OBSERVACIONES**

- <sup>(1)</sup> La temperatura y el tiempo de incubación es 35°C/48 h, y el medio de cultivo es plate count agar (PCA).
- Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

Lima, 01 de Marzo de 2 023.



Fuente: Laboratorio EQUAS S.A.

Figura 30: Análisis de metales pesados

**Procedencia** : **CC.NN. DE CAPERUCIA**  
**Distrito: Río Tambo - Provincia: Satipo**  
**Departamento: Junín**

**Matriz de la Muestra** : **Agua Superficial**

Fecha de Muestreo : 21 - Febrero – 2 023  
 Responsable del Muestreo : **Cristhian A. Gaspar Ñavez**

Fecha y Hora de Recepción : 22 - Febrero - 2 023 / 14:50 h  
 Fecha de Ejecución del Ensayo : 22 - Febrero al 01 – Marzo – 2 023

Código Interno: L0378/23

PARÁMETROS	0378 - 1 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	Captación "Riachuelo Osherato" <sup>(b)</sup> (10:30 h)		
<b>Metales Totales</b>			
Aluminio (Al)	0,175	mg/L	APHA 3111 D (*)
Arsénico (As)	< 0,001	mg/L	APHA 3114 C (*)
Antimonio (Sb)	< 0,0005	mg/L	APHA 3111 B (~)
Bario (Ba)	< 0,19	mg/L	APHA 3111 D (*)
Cadmio (Cd)	< 0,003	mg/L	APHA 3111 B (*)
Cobre (Cu)	< 0,006	mg/L	APHA 3111 B (*)
Cromo (Cr)	< 0,010	mg/L	APHA 3111 B (*)
Hierro (Fe)	0,251	mg/L	APHA 3111 B (*)
Manganeso (Mn)	< 0,006	mg/L	APHA 3111 B (*)
Mercurio (Hg)	< 0,0002	mg/L	APHA 3112 B (*)
Molibdeno (Mo)	< 0,051	mg/L	APHA 3111 D (~)
Níquel (Ni)	< 0,011	mg/L	APHA 3111 B (*)
Plomo (Pb)	< 0,01	mg/L	APHA 3111 B (*)
Selenio (Se)	< 0,001	mg/L	APHA 3114 C (*)
Sodio (Na)	0,530	mg/L	APHA 3111 B (*)
Zinc (Zn)	0,027	mg/L	APHA 3111 B (*)

(<sup>a</sup>) Código de Laboratorio      (<sup>b</sup>) Código del Solicitante y hora de muestreo

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS-**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23<sup>rd</sup> Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (~) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el IAS, TL-1011.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA -**

- Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser analizadas.

**OBSERVACIONES**

- Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

Lima, 01 de Marzo de 2 023.



**EQUAS S.A.**  
 Ing. Eusebio Víctor Córdor Evaristo  
 Gerente General

Fuente: Laboratorio EQUAS S.A.

Anexo 05: Calculo de la demanda por tramo

Nodos	Qprom.	N° De Vivienda
J-1	0.0000	0
J-2	0.0105	1
J-3	0.0000	0
J-4	0.0105	1
J-5	0.0000	0
J-6	0.0210	2
J-7	0.0000	0
J-8	0.0210	2
J-9	0.0000	0
J-10	0.0420	4
J-11	0.0000	0
J-12	0.0629	6
J-13	0.0105	1
J-14	0.0000	0
J-15	0.0000	0
J-16	0.0105	1
J-17	0.0210	2
J-18	0.0000	0
J-19	0.0000	0
J-20	0.0315	3
J-21	0.0105	1
J-22	0.0000	0
J-23	0.0210	2
J-24	0.0000	0
J-25	0.0420	4

Tabla 44: Calculo de la demanda por tramo

Nodos	Qprom.	N° De Vivienda
J-26	0.0000	0
J-27	0.0105	1
J-28	0.0000	0
J-29	0.0524	5
J-30	0.0839	8
J-31	0.0524	5
J-32	0.0105	1
J-33	0.0105	1
J-34	0.0000	0
J-35	0.0315	3
J-36	0.0210	2
J-37	0.0105	1
J-38	0.0105	1
J-39	0.0105	1
J-40	0.0000	0
J-41	0.0105	1
J-42	0.0105	1
J-43	0.0315	3
J-44	0.0315	3
J-45	0.0210	2
J-46	0.0734	7
J-47	0.0105	1
J-48	0.0315	3
J-49	0.0000	0
J-50	0.0105	1

Nodos	Qprom.	N° De Vivienda
J-51	0.1154	11
J-52	0.0105	1
J-53	0.0315	3
J-54	0.0420	4
J-55	0.0000	0
J-56	0.0210	2
J-57	0.0105	1
J-58	0.0420	4
J-59	0.0105	1
J-60	0.0210	2
J-61	0.0105	1
J-62	0.0210	2
J-63	0.0315	3
J-64	0.0000	0
J-65	0.0420	4
J-66	0.0105	1
J-67	0.0315	3
J-68	0.0105	1
J-69	0.0210	2
J-70	0.0524	5
J-71	0.0315	3
J-72	0.0210	2
J-73	0.0315	3
J-74	0.0315	3
	<b>1.50</b>	<b>143.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 06: Reporte Watercad – Redes de agua**

Tabla 45: Calculo en las redes de agua

<b>CALCULO EN LA REDES DE AGUA</b>						
<b>Start Node</b>	<b>Stop Node</b>	<b>Lengitud (m)</b>	<b>Diametro (pulg)</b>	<b>Material</b>	<b>Flow (l/s)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>
J-1	J-2	31.08	3/4"	PVC	0.011	0.025
J-3	J-4	56.70	3/4"	PVC	0.011	0.025
J-5	J-6	150.49	3/4"	PVC	0.021	0.051
J-7	J-8	195.75	3/4"	PVC	0.021	0.051
J-9	J-10	236.97	3/4"	PVC	0.042	0.102
J-11	J-12	278.95	3/4"	PVC	0.063	0.153
J-13	J-14	3.22	1.5"	PVC	0.255	0.172
J-15	J-16	4.41	1.5"	PVC	0.209	0.141
J-17	J-18	4.64	1.5"	PVC	0.582	0.393
J-19	J-20	6.02	1.5"	PVC	0.117	0.079
J-21	J-22	9.31	1.5"	PVC	0.233	0.158
J-23	J-24	12.32	1.5"	PVC	0.425	0.287
J-25	J-20	23.16	1.5"	PVC	0.026	0.017
J-26	J-23	24.26	1.5"	PVC	0.203	0.137
J-27	J-28	25.85	1.5"	PVC	0.213	0.144
J-16	J-29	26.12	1.5"	PVC	0.066	0.045
J-30	J-19	27.31	1.5"	PVC	0.048	0.032
J-31	J-26	28.28	1.5"	PVC	0.351	0.237
J-32	J-33	32.00	1.5"	PVC	0.011	0.007
J-34	J-35	34.48	1.5"	PVC	0.065	0.044
J-22	J-36	35.58	1.5"	PVC	0.088	0.059
J-37	J-38	37.17	1.5"	PVC	0.011	0.007
J-39	J-40	37.64	1.5"	PVC	0.094	0.064
J-30	J-41	37.18	1.5"	PVC	0.118	0.080
J-21	J-30	39.06	1.5"	PVC	0.017	0.012
J-42	J-37	39.58	1.5"	PVC	0.031	0.021
J-43	J-42	39.46	1.5"	PVC	0.063	0.043
J-44	J-45	41.59	1.5"	PVC	0.121	0.082
J-46	J-47	41.82	1.5"	PVC	0.011	0.007
J-48	J-45	41.96	1.5"	PVC	0.022	0.015
J-22	J-34	42.95	1.5"	PVC	0.145	0.098
J-35	J-36	43.63	1.5"	PVC	0.098	0.066
J-49	J-24	44.96	1.5"	PVC	0.254	0.171
J-26	J-50	45.37	1.5"	PVC	0.148	0.100

CALCULO EN LA REDES DE AGUA						
Start Node	Stop Node	Lengitud (m)	Diametro (pulg)	Material	Flow (l/s)	Velocidad (m/s)
J-51	J-52	46.06	1.5"	PVC	0.011	0.007
J-18	J-13	46.09	1.5"	PVC	0.354	0.240
J-53	J-54	46.43	1.5"	PVC	0.067	0.045
J-55	J-39	48.76	1.5"	PVC	0.304	0.206
J-56	J-55	50.05	1.5"	PVC	0.021	0.014
J-41	J-36	47.91	1.5"	PVC	0.068	0.046
J-37	J-57	49.78	1.5"	PVC	0.011	0.007
J-28	J-43	49.96	1.5"	PVC	0.121	0.082
J-53	J-58	51.51	1.5"	PVC	0.073	0.049
J-49	J-32	70.71	1.5"	PVC	0.131	0.088
J-59	J-40	54.72	1.5"	PVC	0.011	0.007
J-60	J-17	58.33	1.5"	PVC	0.787	0.532
J-15	J-61	59.71	1.5"	PVC	0.036	0.024
J-34	J-61	60.04	1.5"	PVC	0.211	0.142
J-44	J-48	98.42	1.5"	PVC	0.074	0.050
J-48	J-62	61.24	1.5"	PVC	0.021	0.014
J-55	J-46	65.13	1.5"	PVC	0.325	0.220
J-45	J-14	67.78	1.5"	PVC	0.122	0.083
J-18	J-44	74.56	1.5"	PVC	0.227	0.154
J-63	J-64	77.09	1.5"	PVC	0.031	0.021
J-46	J-15	75.04	1.5"	PVC	0.245	0.166
J-25	J-65	75.42	1.5"	PVC	0.042	0.028
J-41	J-54	78.03	1.5"	PVC	0.040	0.027
J-36	J-53	81.44	1.5"	PVC	0.037	0.025
J-35	J-58	84.45	1.5"	PVC	0.001	0.000
J-40	J-66	85.09	1.5"	PVC	0.084	0.057
J-14	J-27	85.41	1.5"	PVC	0.377	0.255
J-67	J-68	119.21	1.5"	PVC	0.031	0.021
J-27	J-16	90.17	1.5"	PVC	0.153	0.104
J-42	J-69	92.11	1.5"	PVC	0.021	0.014
J-29	J-28	94.44	1.5"	PVC	0.093	0.063
J-43	J-29	135.37	1.5"	PVC	0.026	0.018
J-66	J-70	124.61	1.5"	PVC	0.052	0.035
J-71	J-31	105.86	1.5"	PVC	0.219	0.148
J-60	J-71	132.84	1.5"	PVC	0.493	0.333
J-31	J-17	107.56	1.5"	PVC	0.185	0.125
J-61	J-46	161.38	1.5"	PVC	0.164	0.111
J-66	J-72	123.53	1.5"	PVC	0.021	0.014
J-23	J-71	160.29	1.5"	PVC	0.243	0.164

<b>CALCULO EN LA REDES DE AGUA</b>						
<b>Start Node</b>	<b>Stop Node</b>	<b>Lengitud (m)</b>	<b>Diametro (pulg)</b>	<b>Material</b>	<b>Flow (l/s)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>
J-19	J-54	143.35	1.5"	PVC	0.069	0.047
J-58	J-73	146.58	1.5"	PVC	0.031	0.021
J-68	J-74	143.94	1.5"	PVC	0.031	0.021
J-13	J-50	145.50	1.5"	PVC	0.089	0.060
J-32	J-25	147.88	1.5"	PVC	0.110	0.074
J-50	J-21	162.47	1.5"	PVC	0.226	0.153
J-20	J-49	199.57	1.5"	PVC	0.123	0.083
J-68	J-51	205.82	1.5"	PVC	0.073	0.050
J-24	J-30	206.21	1.5"	PVC	0.171	0.116
J-39	J-51	433.40	1.5"	PVC	0.199	0.135
J-64	J-60	31.33	2"	PVC	1.301	0.564
J-3	J-9	56.24	2"	PVC	1.375	0.596
J-11	J-3	60.02	2"	PVC	1.385	0.600
J-5	J-11	103.34	2"	PVC	1.448	0.628
J-9	J-64	105.74	2"	PVC	1.333	0.578
J-7	J-5	135.05	2"	PVC	1.469	0.637
J-1	J-7	548.35	2"	PVC	1.490	0.646
T-1	PRV-1	341.07	2"	PVC	1.501	0.650
PRV-1	PRV-2	444.11	2"	PVC	1.501	0.650
PRV-2	PRV-3	245.20	2"	PVC	1.501	0.650
PRV-3	J-1	1347.76	2"	PVC	1.501	0.650

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 07: Reporte Watercad – Nodos

Tabla 46: Calculo de los nodos

<b>CALCULO EN LOS NODOS</b>			
<b>Nodo</b>	<b>Elevación (m)</b>	<b>Demanda (l/s)</b>	<b>Presión (m H2O)</b>
J-1	845.55	0.000	28.82
J-2	848.82	0.011	25.55
J-3	848.55	0.000	18.78
J-4	849.00	0.011	18.33
J-5	838.81	0.000	29.77
J-6	852.80	0.021	15.78
J-7	839.91	0.000	29.79
J-8	863.79	0.021	5.92
J-9	848.66	0.000	18.26
J-10	852.00	0.042	14.74
J-11	839.40	0.000	28.36
J-12	834.01	0.063	33.29
J-13	849.38	0.011	16.05
J-14	849.31	0.000	16.12
J-15	850.07	0.000	15.16
J-16	849.94	0.011	15.29
J-17	850.05	0.021	15.49
J-18	850.22	0.000	15.29
J-19	854.54	0.000	10.77
J-20	854.56	0.031	10.74
J-21	853.56	0.011	11.74
J-22	853.38	0.000	11.91
J-23	856.02	0.021	9.40
J-24	856.09	0.000	9.31
J-25	854.91	0.042	10.39
J-26	853.55	0.000	11.89
J-27	849.00	0.011	16.26
J-28	849.00	0.000	16.24
J-29	849.14	0.052	16.09
J-30	854.41	0.084	10.89
J-31	852.51	0.052	12.98
J-32	855.75	0.011	9.59
J-33	855.95	0.011	9.38
J-34	852.42	0.000	12.85
J-35	852.07	0.031	13.20
J-36	853.00	0.021	12.28
J-37	847.00	0.011	18.22

<b>CALCULO EN LOS NODOS</b>			
<b>Nodo</b>	<b>Elevación (m)</b>	<b>Demanda (l/s)</b>	<b>Presión (m H2O)</b>
J-38	845.00	0.011	20.22
J-39	849.00	0.011	16.00
J-40	847.91	0.000	17.08
J-41	854.02	0.011	11.27
J-42	847.32	0.011	17.91
J-43	847.93	0.031	17.30
J-44	848.22	0.031	17.23
J-45	848.59	0.021	16.85
J-46	849.33	0.073	15.83
J-47	848.23	0.011	16.93
J-48	847.74	0.031	17.70
J-49	856.36	0.000	9.00
J-50	852.45	0.011	12.97
J-51	832.97	0.115	31.73
J-52	833.16	0.011	31.54
J-53	852.56	0.031	12.72
J-54	853.60	0.042	11.69
J-55	849.47	0.000	15.59
J-56	850.00	0.021	15.06
J-57	845.73	0.011	19.49
J-58	850.83	0.042	14.44
J-59	848.54	0.011	16.44
J-60	850.00	0.021	15.98
J-61	851.43	0.011	13.80
J-62	846.00	0.021	19.44
J-63	846.00	0.031	20.18
J-64	850.00	0.000	16.19
J-65	854.76	0.042	10.54
J-66	843.84	0.011	21.13
J-67	839.13	0.031	25.57
J-68	841.00	0.011	23.70
J-69	848.00	0.021	17.23
J-70	841.47	0.052	23.49
J-71	853.00	0.031	12.56
J-72	830.73	0.021	34.22
J-73	849.70	0.031	15.57
J-74	841.00	0.031	23.70

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 08: Método del test de percolación

Figura 31: Aplicación del test de percolación

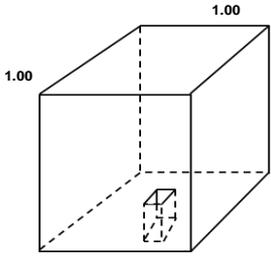
**APLICACIÓN DE LA TEST DE PERCOLACION  
CC.NN CAPERUCIA**

**REALIZADO POR:** BACH. CRISTHIAN ALEJANDRO GASPAR ÑAVEZ

**1. BREVE DESCRIPCION DEL TERRENO:** Punto de muestreo: 4

Terreno de topografía plana, superficie de material organico y sub estratos de material arcilloso.

**2. PROCEDIMIENTO EMPLEADO**



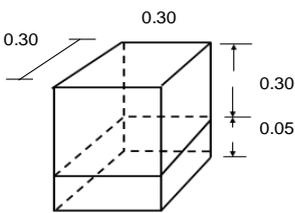
1.00  
1.00  
1.00

**1. Realizar excavación mayor de 1.00 x 1.00 x:**

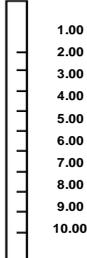
- 1.80 a 2.00 Si es Pozo de Percolación y de 1.50 (para zanja de infiltración -estimación)

El fondo de la excavación debe quedar a a la profundidad a la que se construirán las zanjas de drenaje.

**2. Realizar excavación pequeña de las siguientes dimensiones**



0.30  
0.30  
0.30  
0.05



1.00  
2.00  
3.00  
4.00  
5.00  
6.00  
7.00  
8.00  
9.00  
10.00

**PROCEDIMIENTOS**

- En los últimos 5.00 cm se rellena de arena gruesa o grava
- Enrasar durante 04 (cuatro horas) de agua la excavación pequeña
- Preparar una regla graduada cada 1 cms:
- Preparar cuadro y anotar resultados

**3. CÁLCULO DE TASA DE INFILTRACIÓN (en campo)**

Medición	Alturas (cm)			Tiempo (min)			Velocidad de infiltración	
	inicial	final	intervalo (cm)	inicial	final	intervalo	cm/min	min
4	22.10	21.40	0.7	0	7	7	0.1000	10.00
	21.40	20.80	0.6	7	14	7	0.0857	11.67
	20.80	20.50	0.3	14	21	7	0.0429	23.33

Se toma el valor mas desfavorable

**4. FOTOGRAFIAS**



VISTA EXTERIOR



VISTA INTERIOR

**Tabla N° 01.01. Sistema de Infiltración por clase de terreno y tiempo de infiltración**

CLASE DE TERRENO	TIEMPO DE INFILTRACIÓN PARA EL DESCENSO DE 1 cm	SISTEMA DE INFILTRACIÓN
Rápido	Menos de 4 minutos	Pozo de Infiltración
Medio	De 4 a menos de 8 minutos	Zanja de Percolación
Lento	De 8 hasta 12 minutos	Zanja de Percolación

Fuente: Elaboración propia

**5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El tiempo de infiltración para el descenso de 1cm es de 23.33 minutos, encontrándose en un tipo de filtración de suelo LENTO. Se recomienda implementar la Unidad Básica de Saneamiento de tipo arrastre hidráulico con HUMEDALES ARTIFICIALES.

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 09: Calculo del costo de operación

Tabla 47: Costo de operación

CALCULO DE CUOTA FAMILIAR																					
LUGAR		: COMUNIDAD NATIVA CAPERUCIA																			
DISTRITO		: RIO TAMBO																			
PROVINCIA		: SATIPO																			
DEPARTAMENTO		: JUNÍN																			
COSTOS DE OPERACIÓN														S/. 4,063.50							
N°	Componente	Cantidad necesaria	Unidad de medida	Meses												Cantidad Necesaria por	Costo Unitario	Costo anual referencial	Costo total anual	Fuente de Financiamiento	
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D						
1	Pago mensual de operador.	1	h.h	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12	S/. 300.00	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00	CUOTA FAMILIAR
2	Insumos para la cloración de agua potable.	1	kilos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12	S/. 15.00	S/. 180.00	S/. 180.00	CUOTA FAMILIAR	
3	Insumos para la desinfección del sistema de agua potable.	1	kilos				X					X			X	3	S/. 20.00	S/. 60.00	S/. 60.00	CUOTA FAMILIAR	
4	Adquisición de lampa, pico, rastrillo, carretillas.	1	herramienta	X												1	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 150.00	CUOTA FAMILIAR	
5	Adquisición de tubos, codos, teflón, tee, reductores	0.47	accesorios	X												0.47	S/. 50.00	S/. 23.50	S/. 23.50	CUOTA FAMILIAR	
6	Adquisición de pegamentos, aceites, hoja de sierra, lija y pintura.	1	materiales	X												1	S/. 30.00	S/. 30.00	S/. 30.00	CUOTA FAMILIAR	
7	Adquisición de guantes de cuero comparador de cloro y escobillas	1	materiales	X												1	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	CUOTA FAMILIAR	
<b>AÑOS DE CAMBIO</b>																					
Lampa, pico, rastrillo, carretilla (1 año)																					
Tubos, codos, teflón (1.5 años)																					

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 10: Calculo del costo de mantenimiento

Tabla 48: Costo de mantenimiento

CALCULO DE CUOTA FAMILIAR																				
LUGAR		: COMUNIDAD NATIVA CAPERUCIA																		
DISTRITO		: RIO TAMBO																		
PROVINCIA		: SATIPO																		
DEPARTAMENTO		: JUNÍN																		
COSTOS DE MANTENIMIENTO														S/. 2,770.00						
N°	Componente	Cantidad necesaria por mes	Unidad de medida	Meses												Cantidad Necesaria por año	Costo Unitario	Costo anual referencial	Costo total anual	Fuente de Financiamiento
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D					
1	Mantenimiento de infraestructuras y tapas sanitarias (pintado)	1	Herramientas				X					X				2	S/. 25.00	S/. 50.00	S/. 50.00	CUOTA FAMILIAR
2	Limpieza y desinfección del sistema de agua potable	1	h.h				X							X		2	S/. 25.00	S/. 50.00	S/. 50.00	CUOTA FAMILIAR
3	Inspección de las tuberías y limpieza del interior de las cámaras de agua potable	1	h.h	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12	S/. 15.00	S/. 180.00	S/. 180.00	CUOTA FAMILIAR
4	Resane de fisuras y rajaduras en las estructuras, pintado de estructuras y tapas de inspección del sistema de agua potable.	1	h.h			X								X		2	S/. 150.00	S/. 300.00	S/. 300.00	CUOTA FAMILIAR
5	Mantenimiento, limpieza y desinfección de los sistemas de las redes colectoras	1	h.h				X							X		2	S/. 30.00	S/. 60.00	S/. 60.00	CUOTA FAMILIAR
6	Maniobrar las válvulas de la caseta del reservorio (Val. De Aire y Purga)	1	h.h	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12	S/. 20.00	S/. 240.00	S/. 240.00	CUOTA FAMILIAR
7	Costo de energía eléctrica para la motobomba	1	energía	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	S/. 150.00	S/. 1,800.00	S/. 1,800.00	CUOTA FAMILIAR
8	Limpieza de los alrededores de captación y reservorio	1	h.h				X			X				X		3	S/. 30.00	S/. 90.00	S/. 90.00	CUOTA FAMILIAR

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 11: Calculo del costo de administración.**

Tabla 49: Costo de administración

CALCULO DE CUOTA FAMILIAR																							
LUGAR		: COMUNIDAD NATIVA CAPERUCIA																					
DISTRITO		: RIO TAMBO																					
PROVINCIA		: SATIPO																					
DEPARTAMENTO		: JUNÍN																					
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN														S/. 703.30									
N°	Componente	Cantidad necesaria por mes	Unidad de medida	Meses												Cantidad Necesaria por año	Costo Unitario	Costo anual referencial	Costo total anual	Fuente de Financiamiento			
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D								
1	Elaboración del Plan Operativo Anual	1	Documento															X	1	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	CUOTA FAMILIAR
2	Materiales para la cobranza (recibos, libro de caja)	1	Materiales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12	S/. 15.00	S/. 180.00	S/. 180.00	CUOTA FAMILIAR
3	Asamblea de asociados	1	Recibos				X			X					X			3	S/. 15.00	S/. 45.00	S/. 45.00	CUOTA FAMILIAR	
4	Libro de actas	1	Libros	X														1	S/. 15.00	S/. 15.00	S/. 15.00	CUOTA FAMILIAR	
5	Legalización de libro de actas	1	Actas	X														1	S/. 15.00	S/. 15.00	S/. 15.00	CUOTA FAMILIAR	
6	Cuaderno de visitas	1	Cuadernos	X														1	S/. 3.50	S/. 3.50	S/. 3.50	CUOTA FAMILIAR	
7	Materiales para capacitación (fotocopias)	32	Hojas	X														32	S/. 0.10	S/. 3.20	S/. 3.20	CUOTA FAMILIAR	
8	Gestiones del CD - Pasajes (capacitación)	2	CD				X				X						X	6	S/. 20.00	S/. 120.00	S/. 120.00	CUOTA FAMILIAR	
9	Pago de licencia de uso de agua al ANA	1	Pago				X											1	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00	CUOTA FAMILIAR	
10	Impresión de documentos para coordinaciones	3	Impresiones	X														3	S/. 0.20	S/. 0.60	S/. 0.60	CUOTA FAMILIAR	
11	Fotocopias de solicitudes	10	Documento	X														10	S/. 0.10	S/. 1.00	S/. 1.00	CUOTA FAMILIAR	
12	Gestiones del CD - Pasajes (coordinaciones)	1	Personas				X				X						X	3	S/. 10.00	S/. 30.00	S/. 30.00	CUOTA FAMILIAR	
13	Gestiones del CD - Alimentación	1	Día				X				X						X	3	S/. 10.00	S/. 30.00	S/. 30.00	CUOTA FAMILIAR	
14	Útiles de oficina	1	Materiales de oficina	X														1	S/. 35.00	S/. 35.00	S/. 35.00	CUOTA FAMILIAR	

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 12: Calculo del costo de reposición.**

Tabla 50: Costo de reposición

<b>CALCULO DE CUOTA FAMILIAR</b>																			
<b>LUGAR</b>		: COMUNIDAD NATIVA CAPERUCIA																	
<b>DISTRITO</b>		: RIO TAMBO																	
<b>PROVINCIA</b>		: SATIPO																	
<b>DEPARTAMENTO</b>		: JUNÍN																	
<b>COSTOS DE REPOSICIÓN</b>														<b>S/. 40.00</b>					
<b>N°</b>	<b>Componente</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Meses</b>												<b>Cantidad Necesaria por año</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo anual referencia I</b>	<b>Costo total anual</b>	<b>Fuente de Financiamiento</b>
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D					
1	Reposición de tuberías de PVC-C-10 de agua	accesorios												x	1	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	CUOTA FAMILIAR
2	Reposición de válvula de aire	accesorios												x	0.25	S/. 20.00	S/. 5.00	S/. 5.00	CUOTA FAMILIAR
3	Reposición de válvula de purga	accesorios												x	0.25	S/. 20.00	S/. 5.00	S/. 5.00	CUOTA FAMILIAR
5	Reposición de válvula de control	accesorios												x	0.25	S/. 20.00	S/. 5.00	S/. 5.00	CUOTA FAMILIAR
	<b>AÑO DE CAMBIO</b>																		
	Valvula de aire (5 años)																		
	Valvula de control (5 años)																		
	Valvula de purga (5 años)																		

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 13: Calculo del costo de la cuota familiar.

Tabla 51: Costo de la cuota familiar

CALCULO DE CUOTA FAMILIAR		
LUGAR	: COMUNIDAD NATIVA CAPERUCIA	
DISTRITO	: RIO TAMBO	
PROVINCIA	: SATIPO	
DEPARTAMENTO	: JUNÍN	
<b>NA<sub>1</sub></b>	139	Número total de asociados de la Categoría I
<b>NA<sub>2</sub></b>	4	Número total de Instituciones Publica
<b>NA</b>	143	Número total de asociados
<b>CO</b>	S/. 4,063.50	Costo anual de las actividades de operación
<b>CM</b>	S/. 2,770.00	Costo anual de las actividades de mantenimiento
<b>CA</b>	S/. 703.30	Costo anual de las actividades de administración
<b>CR</b>	S/. 40.00	Costo anual de las actividades de reposición
<b>RR</b>	S/. 757.68	Reserva anual para rehabilitaciones menores (0.10x(CO+CM+CA+CR))
<b>PA</b>	S/. 8,334.48	Presupuesto Anual
<b>CF<sub>1</sub></b>	<b>S/. 4.90</b>	<b>Cuota familiar de asociados</b>

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 14: Comunidad Nativa de Caperucia

Figura 32: Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 33: Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 34: Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 35: Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 36: Ingreso principal a la Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 37: Servicio de paneles solares en la Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 38: Centro educativo de la Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 39: Centro educativo de la Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 40: Calles principales de las viviendas concentradas



Fuente: Elaboración propia

Figura 41: Acceso a las viviendas alejadas o dispersas



Fuente: Elaboración propia

Figura 42: Acceso a las viviendas alejadas o dispersas



Fuente: Elaboración propia

Figura 43: Estadio de la Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 44: Piscicultura en la Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 45: Levantamiento topográfico – Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 46: Levantamiento topográfico – Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 47: Levantamiento topográfico – Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 48: Levantamiento topográfico – Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 49: Captación artesanal existente



Fuente: Elaboración propia

Figura 50: Acceso hacia la captación



Fuente: Elaboración propia

Figura 51: Acceso hacia el reservorio



Fuente: Elaboración propia

Figura 52: Reservorio existente



Fuente: Elaboración propia

Figura 53: Accesorios en pésima condiciones - Reservorio



Fuente: Elaboración propia

Figura 54: Caseta de cloración inoperativo



Fuente: Elaboración propia

Figura 55: Cámara rompe presión existente - inoperativo



Fuente: Elaboración propia

Figura 56: Riachuelo – Proyección de cruce aéreo



Fuente: Elaboración propia

Figura 57: Tramo de la línea de aducción



Fuente: Elaboración propia

Figura 58: Pileta publica



Fuente: Elaboración propia

Figura 59: Tubería PVC de 1" en mal estado



Fuente: Elaboración propia

Figura 60: Adaptación para ducha



Fuente: Elaboración propia

Figura 61: Adaptación para ducha



Fuente: Elaboración propia

Figura 62: Conexión domiciliar actual



Fuente: Elaboración propia

Figura 63: No cuenta con lavadero



Fuente: Elaboración propia

Figura 64: La red de distribución expuesto a la superficie



Fuente: Elaboración propia

Figura 65: Falta de conocimiento técnico en la instalación de la red principal



Fuente: Elaboración propia

Figura 66: Tubería expuesta - línea de aducción



Fuente: Elaboración propia

Figura 67: Verificación de vivienda en la comunidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 68: Encuesta con pobladores de la comunidad de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 69: Encuesta con pobladores de la comunidad de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 70: letrina existente en la comunidad de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 71: letrina compartida por la población



Fuente: Elaboración propia

Figura 72: Reunión con la Comunidad Nativa de Caperucia



Fuente: Elaboración propia

Figura 73: Reunión con la Comunidad Nativa de Caperucia



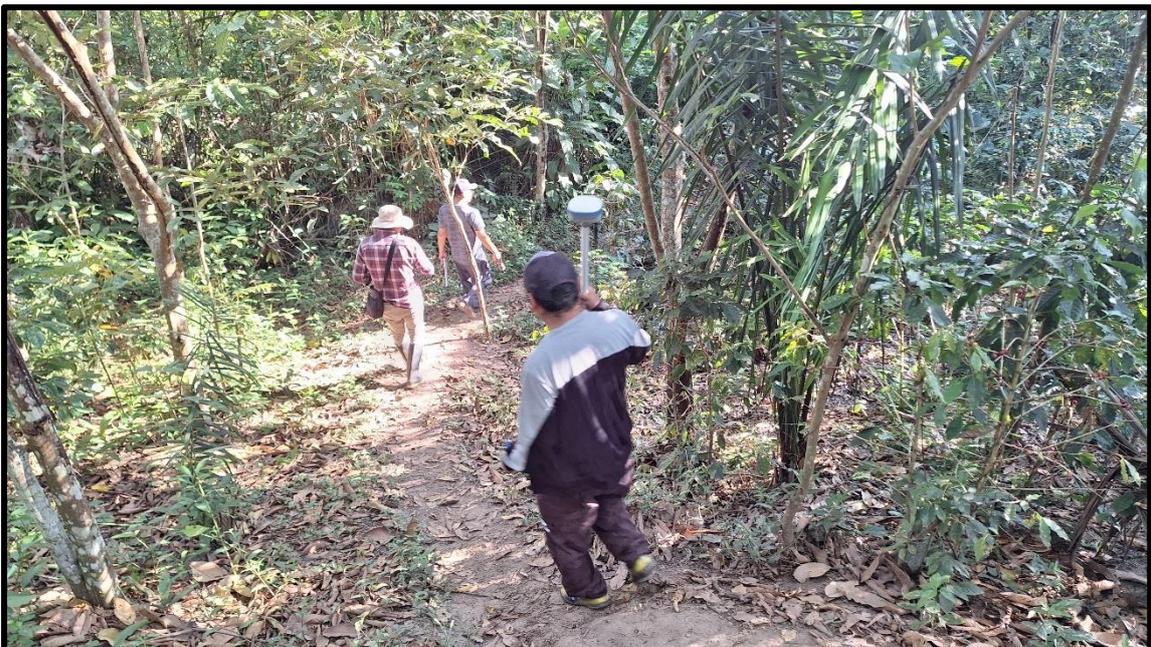
Fuente: Elaboración propia

Figura 74: Recorrido en la comunidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 75: Quebrada existente en la comunidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 76: Toma de muestras de la fuente de agua



Fuente: Elaboración propia

Figura 77: Toma de muestras de la fuente de agua



Fuente: Elaboración propia



Figura 79: Calicata para análisis de suelo



Fuente: Elaboración propia

Figura 80: Calicata para verificar el nivel freático



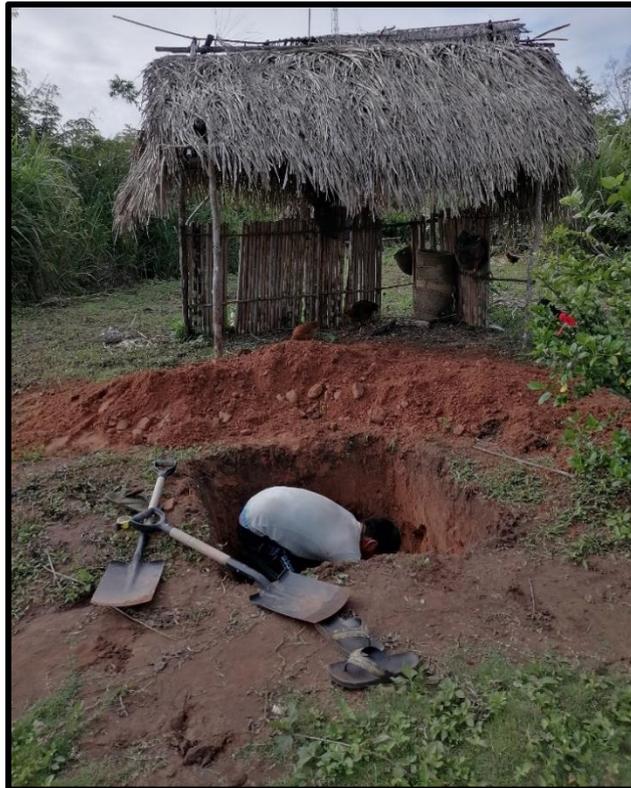
Fuente: Elaboración propia

Figura 81: Calicata para test de percolación



Fuente: Elaboración propia

Figura 82: Calicata para test de percolación



Fuente: Elaboración propia

Figura 83: Enmarcación y excavación de poza para test de percolación



Fuente: Elaboración propia

Figura 84: Test de percolación para determinar el tipo de UBS



Fuente: Elaboración propia

Figura 85: Test de percolación para determinar el tipo de UBS



Fuente: Elaboración propia

Figura 86: Test de percolación para determinar el tipo de UBS



Fuente: Elaboración propia

Figura 87: Test de percolación para determinar el tipo de UBS



Fuente: Elaboración propia

Figura 88: Test de percolación para determinar el tipo de UBS



Fuente: Elaboración propia

Figura 89: Test de percolación para determinar el tipo de UBS



Fuente: Elaboración propia

Figura 90: Test de percolación para determinar el tipo de UBS



Fuente: Elaboración propia