

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Evaluación del sistema de saneamiento del Colegio Erasmo Roca y  
reuso de aguas grises para reducir consumo agua 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. Rodríguez Torrealva, Weslyn Rusbel**

**ASESOR:**

**Ms. Ing. Sparrow Alamo, Edgar Gustavo**

**DNI 32904375**

**Código ORCID: 0000-0003-4469-0288**

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR**

Yo, Janet Verónica Saavedra Vera, por intermedio de la presente y en mi condición de asesor, doy la conformidad a la tesis **“Evaluación del Sistema de Saneamiento del Colegio Erasmo Roca y Reuso de Aguas Grises para Reducir Consumo Agua 2021”** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, habiéndose elaborado de acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Santa.



**Ms. Ing. Edgar Gustavo Sparrow Alamo**

**Asesor**

**DNI 32904375**

**Código ORCID: 0000-0003-4469-0288**

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2023-08-18**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Evaluación del Sistema de Saneamiento del Colegio Erasmo Roca y  
Reuso de Aguas Grises para Reducir Consumo Agua 2021”  
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio Gonzalez**

**Presidente**

DNI 26673663

Código ORCID: 0000-0002-3500-2378

**Ms. Janet Verónica Saavedra Vera**

**Alamo**

**Secretario**

DNI 32964440

Código ORCID: 0000-0002-4195-982X

**Ms. Edgar Gustavo Sparrow**

**Integrante**

DNI 32904375

Código ORCID: 0000-0003-4469-0288

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2023-08-18**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
**- EPIC -**

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 18 días del mes de agosto del año dos mil veintitrés, siendo las 09: 00 horas, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 472-2023-UNS-CFI, con fecha 04.08.2023, integrado por los siguientes docentes: Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Presidente), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Secretaria), Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Integrante), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 583-2023-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DEL COLEGIO ERASMO ROCA Y REÚSO DE AGUAS GRISES PARA REDUCIR CONSUMO AGUA 2021", presentado por el Bachiller: RODRIGUEZ TORREALVA WESLYN RUSBEL con cód. N° 0200013041, quien fue asesorado por el docente Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 527-2021-UNS-FI, de fecha 01.10.2021.

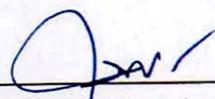
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
RODRIGUEZ TORREALVA WESLYN RUSBEL	16	REGULAR

Siendo las 10.00 del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 18 agosto de 2023.

  
Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González  
Presidente

  
Ms. Janet Verónica Saavedra Vera  
Secretaria

  
Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo  
Integrante



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Weslyn Rodriguez Torrealva  
Título del ejercicio: Tesis  
Título de la entrega: Informe Final de Tesis  
Nombre del archivo: INFORME\_FINAL\_TESIS\_Wesly\_Reparado.docx  
Tamaño del archivo: 4.53M  
Total páginas: 79  
Total de palabras: 14,359  
Total de caracteres: 75,315  
Fecha de entrega: 27-ago.-2023 10:18p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega... 2152457488

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



"Evaluación del Sistema de Saneamiento del Colegio Erasmo Roca y  
Reuso de Aguas Grises para Reducir Consumo Agua 2021"  
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

AUTOR:  
Bach. Rodríguez Torrealva Weslyn Rushel

ASESOR:  
Ms. Ing. Edgar Gustavo Sparrow Alamo  
DNI 32904375  
Código ORCID: 0000-0003-4469-0288

Nuevo Chimbote - Perú  
2023

# Informe Final de Tesis

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>17%</b>	<b>17%</b>	<b>2%</b>	<b>5%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.usanpedro.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>es.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>www.grafiati.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Corporación Universitaria Iberoamericana</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>blogsaverros.juntadeandalucia.es</b> Fuente de Internet	

## **DEDICATORIA**

*A la persona más importante en mi vida, a quien viviré eternamente agradecido  
MI MADRE.*

*A mis hermanos por su apoyo incondicional y su  
dedicación, para que siga adelante sin desmayar en conseguir mis metas.*

*Con mucho cariño dedicado a mi Esposa y adorados hijos por quienes me esfuerzo en  
seguir adelante indeseablemente, para brindarles lo mejor de Mí.*

*Por último, a las personas que siempre estuvieron y formaron parte en mi proceso de  
aprendizaje, para ser un buen profesional... mis Profesores de esta gran Universidad.*

*Weslyn Rusbel*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por protegerme hasta ahora y permitirme llegar hasta donde me encuentro en este momento, ya que por su voluntad me dio la fuerza y conocimientos para poder lograr este paso tan importante en el inicio de mi vida profesional.

Asimismo, a mi inquebrantable Madre a quien gracias a su constante apoyo y preocupación para conmigo hasta la culminación del presente Informe de Tesis.

A mis docentes, que en este largo camino pre profesional fueron grandes protagonistas para enriquecerme de conocimientos, y cumplieron un rol muy importante en todo este tiempo como estudiante de esta mi ALMA MATER.

Weslyn Rusbel

# ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA,	13
1.2 OBJETIVOS,	16
1.3 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS,	17
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	17
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1 ANTECEDENTES	18
2.2 MARCO CONCEPTUAL	21
2.2.1 Sistemas de suministros de agua	21
2.2.2 Sistema de abastecimiento directo de agua	22
2.2.2.1 Dotaciones Hídricas	26
2.2.2.2 Método de Hunter	27
2.2.2.3 Aspectos de cálculo para la distribución de agua	30
2.2.2.4 Conductos de drenaje y ventilación (mediana presión)	31
2.2.3 Sistema Indirecto	31
2.2.3.1 Beneficios y desfunciones del Sistema Indirecto.	33
2.2.3.2 Cálculo del volumen del Tanque y la eficiencia del Tanque	33
2.2.3.3 Cisterna y Tanques Elevados	34
2.2.3.4 Tubería de Abastecimiento de la Red Pública hasta el Tanque	35
2.2.4 Aguas Residuales	36
2.2.5 Aguas Grises	38
2.2.6 Manejo de aguas grises	40
2.2.7 Sistemas de aguas grises	41
2.2.7.1 Uso de aguas grises sin un sistema:	41
2.2.7.2 Sistemas de flujo por gravedad	42

2.2.7.3 Sistema con tanque y bomba	44
2.2.7.4 Otros sistemas de aguas grises	45
III. MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.1 MATERIALES	47
3.1.1 Aparatos sanitarios	47
3.1.2 Tuberías	47
3.2 MÉTODOS	52
3.2.1 Tipo de Investigación	52
3.2.2 Diseño de contrastación de la hipótesis	53
3.2.3 Nivel de Investigación	54
3.2.4 Población Muestral	54
3.2.5 Variables y Operacionalización	54
3.2.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	55
3.2.7 Procedimiento de la recolección de datos	56
3.2.8 Procesamiento y análisis de datos	56
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1 RESULTADOS	57
4.1.1 Cálculo de la dotación	57
4.1.2 Diseño de los componentes hidráulicos	58
4.1.2.1 Cálculo del consumo diario ( $Q_d$ ):	58
4.1.2.2. Caudal de demanda a máxima capacidad ( $q_{mds}$ )	59
4.1.3 Requerimiento del agua potable para el establecimiento educativo	60
4.1.3.1 Descripción y estructura para la reutilización de aguas recicladas	61
4.1.3.2 Sistema de distribución del esquema de tratamiento de aguas grises	62
4.1.3.3 Suministro de aguas residuales	62
4.1.3.4 Cálculo del equipo de bombeo	65
4.1.3.5 Capacidad del tanque elevado	66
4.1.4 Sistemas de recogida de aguas residuales	67
4.1.4.1 Elementos de diseño	67
4.1.4.2 Diseño del sistema de tratamiento de aguas grises	68
4.1.5 Tratamiento de aguas grises y ahorro de costes del sistema convencional	69
4.1.6 Gastos de agua potable en la institución educativa (utilizando el sistema de reciclaje)	70
4.2 DISCUSIÓN	71

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
5.1 CONCLUSIONES	73
5.2 RECOMENDACIONES	73
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES	75
VII. ANEXOS	78
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	79
ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN	80
ANEXO 03: PERSONAL DOCENTE DE LA IE ERASMO ROCA	81
ANEXO 04: DATOS POBLACIÓN ESTUDIANTIL	82
ANEXO 05: RECIBOS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE	83
ANEXO 06: PANEL FOTOGRÁFICO	87
ANEXO 07: PLANOS	96

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1</b> Diámetros de tuberías sub ramales	23
<b>Tabla N° 2</b> Consumos máximos simultáneos	24
<b>Tabla N° 3</b> Capacidad de tuberías	24
<b>Tabla N° 4</b> Velocidad máxima conforme al diámetro del tubo	25
<b>Tabla N° 5</b> Posibilidades de utilización de dispositivos sanitarios	25
<b>Tabla N° 6</b> Dotación en Instituciones Educativas	26
<b>Tabla N° 7</b> Dotaciones en locales de espectáculos	26
<b>Tabla N° 8</b> Gastos probables - método de Hunter	27
<b>Tabla N° 9</b> Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías	28
<b>Tabla N° 10</b> Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías	28
<b>Tabla N° 11</b> Diámetros y velocidades en tuberías	29
<b>Tabla N° 12</b> Clases de tuberías	29
<b>Tabla N° 13</b> Características de tuberías	30
<b>Tabla N° 14</b> Características y tipo de tuberías para desagüe y ventilación	31
<b>Tabla N° 15</b> Prestación sanitaria para hombres y mujeres	31
<b>Tabla N° 16</b> Vertidos de aguas residuales domesticas que no han sido tratadas, según departamentos, 2013-2019, fuente SUNASS	36
<b>Tabla N° 17</b> Componentes de las aguas grises	38
<b>Tabla N° 18</b> Suministro de agua para establecimientos educativos y residencias estudiantiles	56
<b>Tabla N° 19</b> Abastecimiento de agua para zonas verdes	56
<b>Tabla N° 20</b> Requerimiento de agua potable en el establecimiento educativo	56
<b>Tabla N° 21</b> Requerimiento de agua fría para áreas verdes	57
<b>Tabla N° 22</b> Requerimiento diario total de agua	57
<b>Tabla N° 23</b> Cálculo el flujo de la demanda máxima simultanea de áreas administrativos - SS.HH. SECRETARIO	58
<b>Tabla N° 24</b> Cálculo del flujo de la demanda máxima simultanea de áreas administrativos - SS.HH. DIRECCION	58
<b>Tabla N° 25</b> Cálculo del flujo de la demanda máxima simultanea de área estudiantil - SS.HH. MUJERES N°01	58

<b>Tabla N° 26</b> Cálculo del flujo de la demanda máxima simultanea de área estudiantil - SS.HH. MUJERES N°02	58
<b>Tabla N° 27</b> Cálculo del flujo de la demanda máxima simultanea de área estudiantil - SS.HH. VARONES N° 01	59
<b>Tabla N° 28</b> Cálculo del flujo de la demanda máxima simultanea de área estudiantil - SS.HH. VARONES N° 02	59
<b>Tabla N° 29</b> Cálculo del flujo de la demanda máxima simultanea de ingreso	59
<b>Tabla N° 30</b> Requerimiento de agua en establecimiento educativo	59
<b>Tabla N°31</b> Consumo de agua gris por alumnado/personal no residente: mínima, media y máxima	60
<b>Tabla N° 32</b> Consumo de aguas grises en el establecimiento educativo, incluyendo las cantidades mínima, media y máxima	60
<b>Tabla N° 33</b> Acumulación medio de aguas grises	60
<b>Tabla N° 34</b> Flujo máximo de demanda simultanea	61
<b>Tabla N°35</b> Comparando la oferta y la demanda de Agua	61
<b>Tabla N° 36</b> Variaciones de caudal y diámetro de la tubería de impulsión	63
<b>Tabla N° 37</b> Cálculo de Longitud equivalente de accesorios	64
<b>Tabla N° 38</b> Cálculo de la perdida de carga por Impulsión	64
<b>Tabla N° 39</b> Determinación del caudal máximo de demanda simultanea	67
<b>Tabla N° 40</b> Costo de la tarifa de agua y desagüe	69
<b>Tabla N° 41</b> Tarifa del agua en establecimientos educativos	69
<b>Tabla N°42</b> Asignaciones de agua gris y potable	70
<b>Tabla N° 43</b> Variación de la facturación en los servicios	70

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1</b> <i>Sistemas de abastecimiento de agua</i> .....	21
<b>Figura N° 2</b> <i>Sistemas directo de abastecimiento de agua potable</i> .....	22
<b>Figura N° 3</b> <i>Tubería de alimentación</i> .....	23
<b>Figura N° 4:</b> <i>Sistema indirecto de abastecimiento de agua</i> .....	32
<b>Figura N° 5:</b> <i>Sistema tanque cisterna, electrobomba, sistema elevado</i> .....	34
<b>Figura N° 6</b> <i>Generación de aguas residuales peruanas, fuente OEFA, 2014</i> .....	36
<b>Figura N° 7</b> <i>Componentes de las aguas grises, fuente: SEDACHIMBOTE</i> .....	39
<b>Figura N° 8</b> <i>Visión general del sistema de la lavadora al jardín (LAJ)</i> .....	41
<b>Figura N° 9</b> <i>Un sistema de flujo por gravedad. Fuente: SFPUC Graywater Manual</i> ..	43
<b>Figura N° 10</b> <i>Tanques Eternit de 1,100litros</i> .....	50
<b>Figura N° 11</b> <i>Esquema de instalación de la Cisterna. Fuente; Ficha Técnica Rotoplast 2022</i> .....	51
<b>Figura N° 12</b> <i>Esquema del Tanque cisterna</i> .....	62
<b>Figura N° 13</b> <i>Estructura tarifaria y cuadro de asignaciones de consumo - Seda Chimbote</i> .....	68

## RESUMEN

El propósito de la investigación fue el diseño de un sistema de que permita aprovechar las aguas grises de la Institución Educativa Erasmo Roca para el riego de sus jardines, de manera que se minimice el consumo de agua potable. Como alternativa, se planteó la instalación de un sistema con tanques y bomba; el tanque de concreto para almacenamiento de aguas grises, el equipo de bombeo, tanque elevado de polietileno, trampa de grasas y filtro de gravas. La reutilización de agua gris, supondrá una reducción mensual del 26,25% en el costo del servicio de agua potable, con efectos positivos tanto para la gestión del agua como para la parte económica de la institución educativa.

*Palabras clave: Aguas residuales, aguas grises.*

## ABSTRACT

The purpose of the research was the design of a system that allows the use of gray water from the Erasmo Roca Educational Institution to irrigate its gardens, so that the consumption of drinking water is minimized. As an alternative, the installation of a system with tanks and a pump was proposed; the concrete tank for gray water storage, pumping equipment, elevated polyethylene tank, grease trap and gravel filter. The reuse of gray water will mean a monthly reduction of 26.25% in the cost of the drinking water service, with positive effects both for water management and for the economic part of the educational institution.

***Keywords:*** *Waste water, gray water*

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

#### *Descripción*

El uso excesivo de esta agua para procesos industriales y riego es la causa de la escasez mundial de agua. Tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, el impacto de los seres humanos está creciendo. En el último siglo, se ha multiplicado por seis el consumo mundial de agua y continúa creciendo aproximadamente un 1% cada año. La razón del aumento global en el uso de elementos líquidos se debe, entre otras cosas, la expansión de la población, la expansión de la economía y las modificaciones en los hábitos de consumo. Todo esto conducirá a una disminución de la calidad de vida donde el acceso al agua ya es un problema, y comenzará a convertirse en un problema en algunas áreas donde el acceso al agua aún no es posible. Además, según la OCDE, el producto interior bruto (PIB) mundial se multiplicará por 2,5 durante el período (2017-2050). (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) Aunque las necesidades mundiales de agua seguirán creciendo durante las próximas dos décadas, con amplias variaciones entre países y dentro de ellos. Siete mil millones de personas enfrentaran una escasez de agua para 2050, según un informe de la ONU publicado junto con el foro mundial del agua.

Daives et al., (2019) en su investigación: *Reutilización de aguas grises mediante sistema tecnológico alternativo: evaluación bacteriológica de las mismas:*

Evaluaron el sistema utilizando muestras de agua pre y post filtrado, mediante un filtro de tela de fibra plástica para retener sedimentos macroscópicos. Emplearon una solución de policloruro de aluminio para clarificar y pastillas de cloro para descontaminar. La evaluación bacteriológica de estas aguas fue realizada con medios de cultivo específicos para Coliformes totales y Coliformes fecales. Optaron por material de fibra de vidrio que es maleable, dúctil, más liviano y de menor costo. El sistema desarrollado es adaptable y asequible, convirtiéndolo en un producto adoptable en diferentes tipos de objetos arquitectónicos y, sustentables posibilitando el cuidado del ambiente (p. 1)

Garzón et al., (2021), en su investigación: “*Vinculación y transferencia de sistema tecnológico para la reutilización de aguas grises*”:

Este trabajo tuvo como objetivo exponer el proceso de vinculación y transferencia, de un sistema innovador tecnológico sustentable, que recupera las aguas grises proveniente de lavabos previo a su desecho, para reutilizarlas en depósito de inodoros. En el año 2015, el sistema fue diseñado y construido en Tucumán y difundido e implementado hasta la actualidad en Tucumán y Santiago del Estero. El mismo, tiene características de ser asequible y adaptable, por la posibilidad de instalarlo sin demasiadas intervenciones; por lo cual, es viable impactar en un gran sector de la población y en especial, en locales sanitarios de diferentes funciones edilicias de interés social (viviendas, escuelas, instituciones científico-tecnológicas, productivos, etc.). En el proceso de la investigación fue aplicado y se utilizó una combinación metodológica, que se enmarca en la Investigación Acción Participativa (p. 1)

Lizana-Yarlequé, P. (2018) en su investigación “*Tratamiento de Aguas Residuales para el Caserío Villa Palambra*”:

Tuvo como objetivo principal el diseño adecuado de un tratamiento de aguas residuales para el caserío Villa Palambra, ubicado en el distrito de Canchaque, para contribuir con la mejora de la calidad de vida de esta zona de la sierra piurana. Inició caracterizando al afluente (DBO y coliformes totales), luego decidió hasta qué punto podía ser tratado, para posteriormente plantear alternativas de tratamiento que puedan alcanzar tal nivel propuesto. Para llegar a la alternativa propuesta fue necesario el uso de matrices de selección, para escoger la alternativa más adecuada en base a los criterios dados en esta matriz, después de utilizar esa metodología procedió a comparar los costos mediante el valor actual neto (VAN), dando como resultado la alternativa más adecuada (p. 5)

Manotupa & Muriel (2018) en su investigación: *Propuesta elaboración de una guía para el proceso de diseño en proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales en el Perú:*

Desarrolló una guía para la correcta selección de tecnología de tratamiento de los proyectos de Plantas de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) sostenibles en lugares de expansión o crecimiento urbano y/o con una población menores a 5000 habitantes. Además, estandarizar los procedimientos iniciales de la fase de diseño para seleccionar la tecnología de tratamiento, para que los ingenieros, planificadores y otros profesionales especialistas adopten este enfoque sistemático. Esta guía permite el análisis, razonamiento y entendimiento de los procesos para facilitar la elección de una tecnología adecuada que permita cumplir la normatividad vigente O.S. 090 de plantas de tratamiento de aguas residuales en el Perú (p. 4)

Gallardo, J. (2022) en su investigación “*Caracterización de las Aguas Residuales de la localidad de Jesús y Propuesta de Tratamiento:*

Identificó el tipo de aguas residuales y sus factores inherentes para generar una propuesta de tratamiento, en la localidad de Jesús, para lo cual, tomó en cuenta: la ubicación de la zona de tratamiento, disponibilidad de áreas, características de la zona, información climatológica de la zona, la caracterización de las aguas residuales mediante análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, impacto ambiental, información económica y procesos constructivos. Para finalmente seleccionar la alternativa más adecuada que se adapte a la zona. También obtuvo los valores promedios de los parámetros evaluados, en función a ello, seleccionó tres posibles alternativas de tratamiento, y aplicando la matriz de decisión, determinó que la alternativa más adecuada para el tratamiento de las agua residuales de la zona de estudio, es un Reactor UASB con Filtros percoladores y lecho de secado, proponiéndolo para un periodo de 20 años de vida útil, con una población de 7547 habitantes y un caudal de diseño de 21 l/s, permitiendo así que el efluente de agua residual tratada cumpla con los Límites Máximos Permisibles y los Estándares de Calidad Ambiental, para ser vertido en el río Cajamarquino (p. 5)

## **Formulación del Problema**

Las aguas residuales de las casas se reutilizan en gran importancia, principalmente porque baja la cantidad de agua que se consume, conservando cada año un volumen importante de este recurso para su uso en tratamiento de las aguas residuales domésticas, donde es tratada por el personal, agua higiénica (ducha y lavado de manos) apta para descargar inodoros y regar jardines que no necesitan agua potable, como jardinería, limpieza de casas, cisternas de baños. También se encuentra entre las formas más efectivas de reducir los gastos en la casa y, lo que es más importante, para el uso eficiente y el consumo racional del agua, sino que ayuda a garantizar agua de calidad para la población en general.

En la zona de Chimbote, la EPS brinda abastecimiento de agua y alcantarillado, donde las aguas grises y negras se descargan a la bahía, provocando la contaminación del medio ambiente y de la propia Bahía de Chimbote. En el sector La Caleta se ubica la institución educativa Erasmo Roca, que cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado, pero carece de un proyecto de saneamiento que permita la recolección, tratamiento y reutilización de las aguas residuales es fundamental para disminuir la cantidad de agua potable consumida.

Por lo tanto, surge la siguiente pregunta:

**¿CON EL DISEÑO DEL SISTEMA DE REÚSO DE AGUAS RESIDUALES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA ERASMO ROCA REDUCIRÁ EL CONSUMO DE AGUA POTABLE?**

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Evaluación del sistema de saneamiento del colegio Erasmo Roca y reuso de aguas grises para reducir consumo agua

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las características demográficas de la Institución Educativa Erasmo Roca.

- Establecer los parámetros para su diseño hidráulico, según la norma IS-010 del Reglamento Nacional de Edificaciones de acuerdo a la demanda poblacional.
- Implementar un sistema de riego para áreas verdes en la institución educativa con la utilización de las aguas grises.
- Determinar la reducción del consumo de agua potable en el establecimiento educativo Erasmo Roca considerando un sistema de reutilización de aguas grises.

### **1.3 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Mediante el desarrollo del sistema de reutilización de aguas grises se logra una reducción del consumo de agua potable en el establecimiento educativo Erasmo Roca.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Esta investigación es de suma importancia para disminuir el consumo de agua potable y generar un sistema de riego, mediante el aprovechamiento de las aguas grises de lavaderos e urinarios del sistema de vertedero de la Institución Educativa Erasmo Roca.

Este proyecto de investigación propone utilizar las aguas grises, dando soluciones eficientes, diseñadas para ahorrar el consumo de agua potable, beneficiando tanto económicamente como ambientalmente. La utilización de las aguas grises es un medio de solución muy importante y necesario en la problemática que viene pasando el mundo entero, nos referimos a la escasez y desperdicio de agua.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES

Herrera, H. & García, P. (2021) en su investigación “*Diseño de un Prototipo para la Reutilización de Aguas Grises en Viviendas*;

Proponen un prototipo podría ahorrar al año hasta 20 mil litros de agua, lo que representa una gran cantidad de agua potable, por lo que el prototipo puede ser una gran herramienta para reducir el impacto ambiental que genera una actividad diaria y común como lo es descargar la cisterna. Además, representa un ahorro económico importante, por lo que el sistema sería de bastante utilidad en los hogares. Los cálculos del sistema van a variar de acuerdo al tamaño de la ducha y dimensiones del baño en general, por lo que es recomendable tomar las dimensiones de cada baño donde se implementaría y actualizar el cálculo del diseño del prototipo del sistema, garantizando así que los datos cumplan con las exigencias del diseño (p. 57)

Meléndez, P., Espinosa, E., Loayza, J., Zamudio, R., & Yáñez, M. (2022) en su artículo, *Diseño de un Sistema de Tratamiento de Aguas Grises Claras para reuso como agua de regadío*:

Tuvieron como objetivo fundamental proponer un diseño efectivo para el tratamiento óptimo de aguas grises claras, las cuales siguen la clasificación de los diferentes tipos de aguas residuales como resultado de la prestación de un servicio tanto a nivel doméstico, como industrial. En el diseño propuesto, hacen una diferenciación de los desagües, que permiten tratar in situ a las aguas grises recolectadas en los servicios higiénicos situados en el quinto piso de la Facultad de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. En la investigación realizaron la recolección, cuantificación, caracterización y tratamiento de las aguas grises, para un caudal promedio de 26.12 L/h (2.00 m<sup>3</sup>/día). Midieron in situ (en muestras individuales): Temperatura, Conductividad, Turbiedad y en muestras compuestas (compósitos) determinaron: Dureza Total, Alcalinidad Total. Para poder utilizar el agua con fines de regadío redujeron la DQO a escala de laboratorio, mediante filtración por diferentes medios, obteniéndose una

DQO (mg/L) = 18 (% reducción = 89), que cumple con los ECA-Agua para riego (p. 1)

Zapata, J. (2018) en su investigación, *Eficiencia de un sistema de tratamiento de aguas grises para su reutilización en el regado de áreas verdes en la I.E. N°15509 – Talara – Piura*:

Tuvo como objetivo determinar la eficiencia de un sistema de tratamiento de aguas grises para su reutilización en el regado de áreas verdes propuesto en la I.E. N°15509– Talara – Piura. La metodología empleada fue de tipo no experimental, transversal, utilizando encuestas y análisis de laboratorio para lograr obtener la eficiencia de sanitización de aguas grises por parte del prototipo elaborado. Las conclusiones a las que llegó fueron que el prototipo del sistema de tratamiento de aguas residuales consta de un sistema de decantación un sistema de filtrado, y un sistema de desinfección mediante Luz Uv., las características físico – químicas de las aguas grises sanitizadas fueron pH 8.2, conductividad 1457  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , acidez 278 mg/L, alcalinidad 204 mg/L, dureza 100 mg/L, solidos totales 1098 mg/L, cloruros 231 mg/L, nitratos 42.2 mg/L, las características físico - sensoriales de las aguas grises sanitizadas fueron color 50 color verdadero en la escala pt/Co, olor bueno y turbidez 40.1 UNT, las características microbiológicas de las aguas grises sanitizadas fueron coliformes totales 7500 NMP/100ml, Coliformes termo tolerantes 750 NMP/100ml, ausencia de Salmonella sp., Bacterias heterótrofas 78 x 10<sup>8</sup> UFC/ml, los costos del sistema de tratamiento de aguas grises para su reutilización en el regado de áreas verdes propuesto en la I.E. N°15509– Talara – Piura fueron de 700.00 nuevos soles (p. 2)

Torre, G. (2018) en su investigación “*Diseño y Análisis Ambiental de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Huaraz*”:

Propuso el diseño y análisis ambiental de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Huaraz, como primera medida para mejorar los estándares de calidad del río Santa; y por ende los estándares de calidad de vida de la población que utiliza sus aguas. Para llevar a cabo el estudio, combinó herramientas de diseño y gestión ambiental. Por un lado, para el diseño utilizó el software BioWin 5 en su versión estudiante, el cual permite

modelar distintos trenes de tratamiento y estimar la calidad del agua para cada uno de ellos. Por otro lado, para el análisis ambiental, siguió los lineamientos del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y utilizó el software SimaPro. Los resultados del diseño indicaron el cumplimiento de la normativa peruana para la calidad de los efluentes de una PTAR (MINAM, 2010), y parcialmente lo estipulado por las normativas europeas (EC, 1998; ECC, 1991). Asimismo, los resultados del análisis ambiental indicaron la reducción de los niveles de eutrofización a más de 50% durante todo el año; y que estos permanecen prácticamente constantes a lo largo de mismo (p. 3)

Cahuay, D. (2019), en su tesis “*Tratamiento de agua residual doméstica mediante humedal artificial en cascada, Rímac*”:

Tuvo como objetivo conocer los resultados del tratamiento de aguas residuales domésticas en el humedal artificial en cascada, Rímac - 2019, utilizando agua que proviene de una planta de tratamiento (CITRAR), específicamente del desarenador. Por ello, las aguas residuales domésticas pasan a través de tres contenedores de humedales en cascada. El método utilizado fue de tipo secundario, lo que permitió alcanzar parámetros ideales y la determinación de valores dentro de los parámetros establecidos en el Decreto Supremo N° 0032010MINAM. El tipo de investigación fue aplicado porque hace uso de teorías que ya se ha demostrado que funcionan. La población también utiliza todas las aguas residuales domésticas de la planta de tratamiento de CITRAR, y la muestra de 300L fue seleccionada con criterios desarrollados por los investigadores, por lo que es un método de muestreo no probabilístico, el laboratorio y el etiquetado de muestras fueron los instrumentos utilizados para recolectar los datos. El formulario de recopilación de datos de campo del estudio arrojó resultados que fueron extremadamente positivos para las aplicaciones de tratamiento de aguas residuales en el futuro; los datos mostraron una eficiencia promedio de eliminación de DBO del 55 %, eliminación de DQO del 44 %, eliminación de coliformes totales del 46 % y la mejor eliminación del 80 % para sólidos totales en suspensión (p. 4)

Azabache, Y., Rojas, K., Irigoín, S., Rodríguez, R. & Quispe B. (2020) en su investigación, *Propuesta de un sistema hidráulico de reutilización de las aguas grises que disminuiría el consumo de agua potable en viviendas familiares*:

Elaboraron una propuesta del diseño y aplicación de un sistema hidráulico de reutilización de las aguas grises, para disminuir el consumo de agua potable en viviendas familiares. Para ello, realizaron análisis físico químico de las muestras de aguas grises y poder determinar la eficiencia del sistema propuesto. Con el diseño hidráulico propuesto, lograron disminuir 10 litros diarios en el consumo de agua potable; siendo las concentraciones finales pH (7,05), sólidos totales disueltos (412 mg/ L), color (200 UPC), nitratos (0,05 mg/ L), Demanda Bioquímica de Oxígeno (30 mg/ L), Demanda Química de Oxígeno (42 mg/ L); lo que indica eficiencia en la remoción de: sólidos totales disueltos 52,68%; color 60%; nitratos 70,59%; DBO 66,67%; DQO 62,50%. La evaluación del sistema demostró que si tiene efecto en la reutilización de aguas grises en vivienda familiar (p. 5)

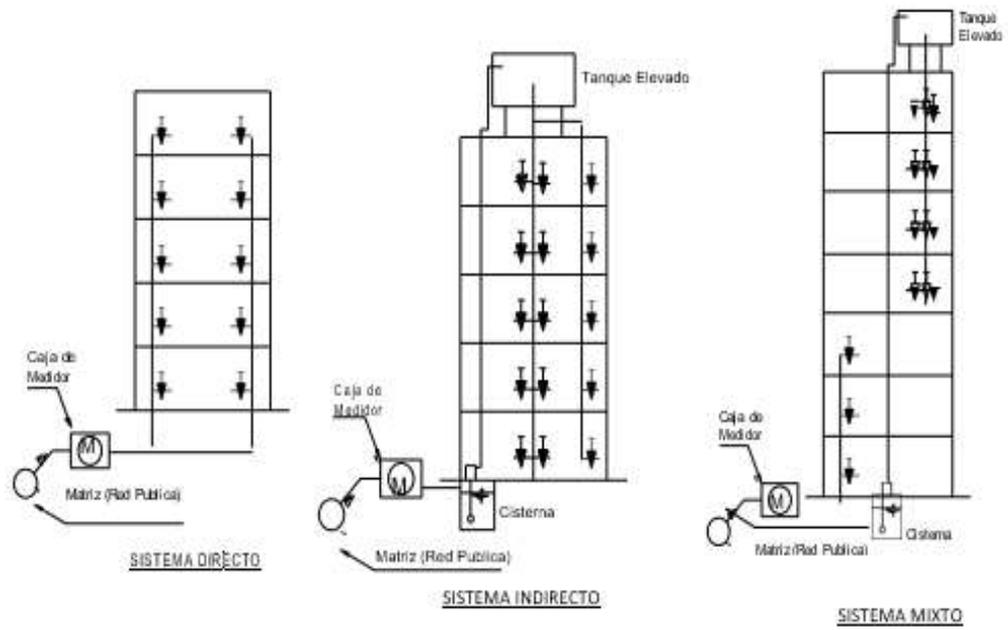
## **2.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1 Sistemas de suministros de agua**

Las siguientes variables influyen en la forma en que el sistema de suministro de agua de un edificio está diseñado.

- Presión del recurso hídrico en la red pública
- Altura y estructura de la edificación
- Requerimiento de presiones internas

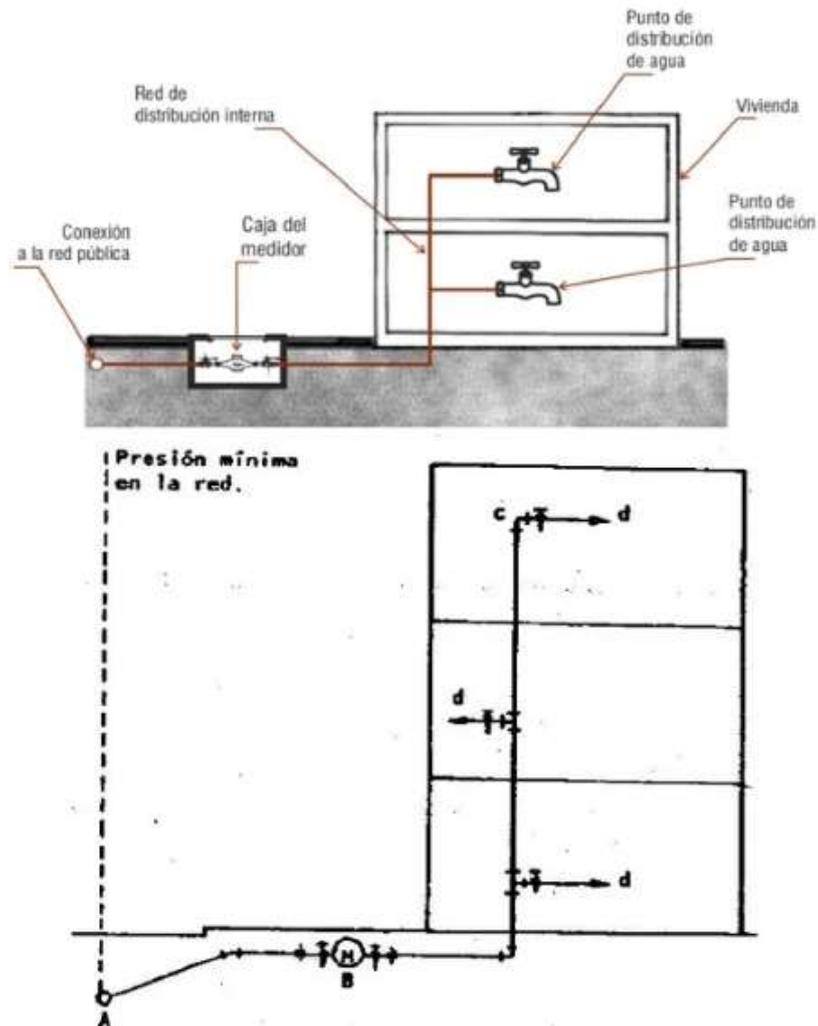
A partir de este punto, se puede emplear cualquier método, incluidos métodos directos, indirectos y mixtos.



**Figura N° 1** *Sistemas de abastecimiento de agua*

### 2.2.2 Sistema de abastecimiento directo de agua

Tiene lugar cuando la red pública dispone de capacidad suficiente para servir a todos los puntos de consumo a cualquier hora del día. Toda la instalación interior debe estar alimentada directamente por una red pública permanente de alimentación.



**Figura N° 2** *Sistemas directo de abastecimiento de agua potable*

*Beneficios*

- Hay menos posibilidades de que el suministro de agua interno se contamine.
- Los sistemas económicos.
- Posibilidad de medir con mayor precisión los flujos de consumo.

*Desfunciones*

- Si se corta el suministro de agua pública, no hay lugar para almacenar agua.
- Para grandes instalaciones se necesitan tuberías de gran diámetro.
- Impacto potencial de las variaciones de tiempo en la oferta en los picos de consumo.

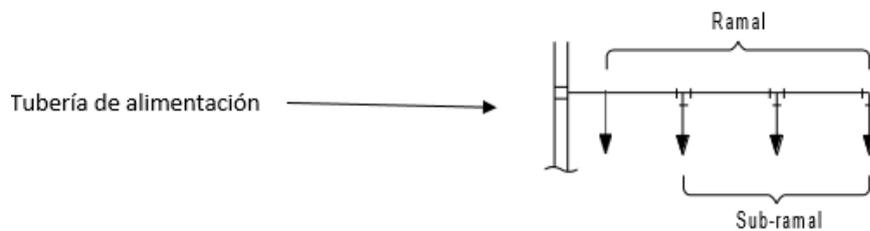
Para evitar la longitud de tubería más corta posible, idealmente la tubería de agua fría debería proyectarse hacia los pisos (subsuelos) en lugar de las paredes.

### a.1 Evaluaciones de redes para agua fría

El uso que se le dará a un edificio afecta la cantidad de tuberías de agua fría que se necesitan allí.

Implica calcular las dimensiones de las tuberías de impulsión, de impulsión, de succión y de aducción, así como de las sub ramales y ramales.

*Tubos Sub ramales.*- Los tubos de alimentación del dispositivo sanitario de la rama se encuentran en cuestión como se muestra en la Figura N° 3.



**Figura N° 3** Tubería de alimentación

El tipo de dispositivo que los utilizará determinará su diámetro. La mayoría de las veces cumple con los requisitos técnicos establecidos por los fabricantes de los distintos aparatos sanitarios.

**Tabla N° 1**

Diámetros de tuberías sub ramales

Dispositivos Sanitarios	Φ de Sub – Ramal		
	Presión hasta de 10 m	Presión mayor de 10 m	Presión mínima
Lavabo	1/2"	1/2"	1/2"
Bidet	1/2"	1/2"	1/2"
Tina	3/4" - 1/2"	3/4"	1/2"
Ducha	3/4"	1/2"	1/2"
Grifo o llave de cocina	3/4"	1/2"	1/2"
Retrete con tanque	1/2"	1/2"	1/2"
Retrete con válvula	1 1/2" - 2"	1"	1 1/4"
Urinario con válvula	1 1/2" - 2"	1"	1"
Urinario con tanque	1/2"	1/2"	1/2"

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones

a.2 Rama de tubería:

El diámetro de las tuberías es mayor si se tiene en cuenta el consumo máximo simultáneo al diseñar esta tubería que si se tiene en cuenta el consumo máximo previsible que se puede producirse durante la utilización de dispositivos sanitarios.

**Tabla N° 2**

Consumos máximos simultáneos

CONSUMO MÁXIMO SIMULTANEO:	CONSUMO SIMULTANEO MÁXIMO PROBABLE
<b>-ESTADIOS</b>	<b>-EDIFICIOS RESIDENCIALES</b>
<b>-COLEGIOS</b>	<b>-VIVIENDAS</b>
<b>-UNIVERSIDADES</b>	
<b>-CINEMAS</b>	

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Edificaciones*

a.3 Consumo simultaneo al mayor posible:

Implica habilitar el uso simultaneo (cooperativo) de todos los dispositivos compatibles con la sucursal. Para asegurarse de que la rama de cada sección es igual a la suma de las secciones de las sub ramas que alimentan al alimentador, se elige el diámetro en base a la unidad de tubería de ½", refiriendo a las demás salidas.

**Tabla N° 3**

Capacidad de tuberías

$\Phi$	N° de Tubos de ½" Que tengan la misma capacidad.
½"	1
¾"	2.9
1"	6.2
1 ¼"	10.9
1 ½"	17.4
2"	37.8
2 ½"	65.5
3"	110.5
4"	189.0
6"	527.0
8"	1250.0
<b>10"</b>	<b>2080.0</b>

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Edificaciones*

**Tabla N° 4**

Velocidad máxima conforme al diámetro del tubo

$\Phi$	Velocidad máxima
1/2"	1.90 m/s
3/4"	2.20 m/s
1"	2.48 m/s
1 1/4"	2.85 m/s
1 1/2" y >	3.00 m/s

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Edificaciones*

**Tabla N° 5**

Posibilidades de utilización de dispositivos sanitarios

N° EQUIPAMIENTOS	FACTORES DE USO	
	Equipamiento con tanque %	EQUIPAMIENTO DE VÁLVULA %
2	100	100
3	80	65
4	68	50
5	62	42
6	58	38
7	56	35
8	53	31
9	51	29
10	50	27
20	42	16
30	38	12
40	37	9
50	36	8
60	35	7
70	34	6.1
80	33	5.3
90	32	4.6
100	31	4.2
500	27.5	1.5
1000	25	1.0

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Edificaciones*

### 2.2.2.1 Dotaciones Hídricas

La dotación es la cantidad de agua que se la asigna a cada habitante para su consumo, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual y sus unidades están dadas en l/h/día.

**Tabla N° 6**

Dotación en Instituciones Educativas

<b>Tipo</b>	<b>Dotación todos los días</b>
Alumnado /personal no residente	50 L/Persona
Alumnado / personal residente	200 L/Persona

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Edificaciones***Tabla N° 7**

Dotaciones en locales de espectáculos

<b>Tipos de Establecimiento</b>	<b>Dotación todos los días</b>
Cines, Teatros y auditorios	3 Litros por asiento
Discotecas, casinos y salas de baile para uso público.	30 Litros por m2 de área
Estadios, Velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.	1 Litro por espectador
Circos, hipódromos, parques temáticos.	1 Litro por espectador, más la dotación requerida para el mantenimiento de animales

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Edificaciones***2.2.2.2 Método de Hunter**

En la determinación, la teoría de la probabilidad de costos, con el método de Hunter, se Tiene en cuenta las acciones de los equipamientos que componen la tubería pueden considerarse sucesos completamente aleatorios. Habiendo identificado un mueble, determinó que los muebles fueran equivalentes a los más comunes accesorios de plomería, y probabilidades calculadas para determinar el tiempo de uso simultáneo de los muebles y por lo tanto el costo en función de la cantidad de muebles.

*Fórmula para la decisión sobre las unidades de gasto*

a) *Si los aparatos de uso privado son compatibles con los servicios higiénicos*

El cálculo de consumo de unidades o Hunter se realiza teniendo en cuenta el baño para dispositivos individuales.

b) *Si los servicios higiénicos se alinean con herramientas destinadas al público en general*

Cada uno de los aparatos sanitarios se considera individualmente y se les asigna según la Tabla N° de unidades Hunter (consumo).

**Tabla N° 8**

Gastos probables - método de Hunter

N° de unidades	GASTO PROBABLE		N° de unidades	GASTO PROBABLE		N° de unidades	GASTO PROBABLE
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA		
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	380	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	390	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91
48	1,09	1,92	460	4,42	5,08	3700	19,23
50	1,13	1,97	480	4,57	5,20	3800	19,75
55	1,19	2,04	500	4,71	5,31	3900	20,17
60	1,25	2,11	550	5,02	5,57	4000	20,50
65	1,31	2,17	600	5,34	5,83		
70	1,36	2,23	650	5,85	6,09		
75	1,41	2,29	700	5,95	6,35		
80	1,45	2,35	750	6,20	6,61		
85	1,50	2,40	800	6,60	6,84		
90	1,56	2,45	850	6,91	7,11		
95	1,62	2,50	900	7,22	7,36		
100	1,67	2,55	950	7,53	7,61		
110	1,75	2,60	1000	7,84	7,85		

PARA EL NÚMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDIFERENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O DE VÁLVULA

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Edificaciones*

**Tabla N° 9**

Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías (aparatos de uso privado)

Equipamiento	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Retrete	Con tanque - descarga reducida.	1,5	1,5	
Retrete	Con tanque.	3	3	
Retrete	Con válvula semiautomática y automática.	6	6	
Retrete	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	3	3	
Bidé		1	0,75	0,15
Lavabo		1	0,75	0,15
Lavabo		3	2	2
Ducha		2	1,5	1,5
Tina		2	1,5	1,5
Urinario	Con tanque	3	3	
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	
Urinario	Múltiple (por m)	3	3	

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Edificaciones***Tabla N° 10**

Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías (aparatos de uso público)

Equipamiento	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Retrete	Con tanque - descarga reducida.	2,5	2,5	
Retrete	Con tanque.	5	5	
Retrete	Con válvula semiautomática y automática.	8	8	
Retrete	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	4	4	
Lavabo	Corriente.	2	1,5	1,5
Lavabo	Múltiple.	2(*)	1,5	1,5
Lavabo	Hotel restaurante.	4	3	3
Lavabo		3	2	2
Ducha		4	3	3
Tina		6	3	3
Urinario	Con tanque.	3	3	
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	
Urinario	Múltiple (por ml)	3	3	
Bebedero	Simple	1	1	
Bebedero	Múltiple	1(*)	1(*)	

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Edificaciones*

### 2.2.2.3 Aspectos de cálculo para la distribución de agua

a) La presión estática máxima está limitada a 40,0 m. En esta situación, se debe instalar un reductor de presión o dividir el sistema en varias secciones

b) Los equipos sanitarios requieren una presión de entrada mínima de 2,0 m.

Para evitar la sedimentación de partículas, los cálculos del colector sugieren una velocidad máxima de acuerdo con la Tabla N° y una velocidad mínima de 0,60m/s.

**Tabla N° 11**

Diámetros y velocidades en tuberías

$\Phi$	Limite Velocidad (m/Sg)	$Q_{\text{máx}}$ (l/s)
½"	1.90	<b>0.24</b>
¾"	2.20	<b>0.63</b>
1"	2.48	<b>1.25</b>
1 ¼"	2.85	<b>2.25</b>
1 ½"	3.05	<b>3.48</b>
2"	<b>3.84</b>	<b>3.79</b>

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Edificaciones*

**Tabla N° 12**

Clases de tuberías

Clase de Tubería	Aplicaciones	Uniones	Diámetros Comerciales Usuales.
Plomo	En la acometida de la casa antiguamente se usaba para agua caliente. En pequeñas juntas para facilitar el moldeado.	Por soldadura	3/8" a 6"
Fierro Galvanizado	Redes internas y externas de abastecimiento público de agua fría y caliente.	Camisetas simples y uniones roscadas	3/8" a 6"
Acero	Uso en líneas de transmisión de alta presión. Uso industrial.	Uniones roscadas en diámetro pequeño.	3/8" a 8"
Bronce	Apenas usado en este momento. Uso industrial.	Uniones roscadas o soldadas.	3/8" a 6"
Cobre	Agua caliente. Es Tubería cara	Soldadas.	3/8" a 6"
P.V.C.	Actualmente el más barato. Se utiliza en redes de suministro de agua fría externas e internas.	Roscadas, espiga o con pegamento.	3/8" a 8"

c) Tipos de tuberías

Tipo K: Recomendado para instalaciones subterráneas de agua fría y caliente bajo condiciones duras.

Tipo L: Se utiliza en sistemas subterráneos y como norma en sistemas para abastecer agua caliente a los edificios.

Tipo M: Este es el más sencillo, se utiliza en instalaciones de baja presión (desagüe y ventilación).

De acuerdo con la siguiente Tabla N° 13, las tuberías de PVC para líquidos a embone se ofrecen una gama de presiones y tipos de conexión.

**Tabla N° 13**

Características de tuberías

<b>Tipo de tuberías</b>	<b>Presión en (Lb/Pulg<sup>2</sup>)</b>	<b>Calibre</b>	<b>Conexión</b>
<b>15</b>	200	De ½" a 8"	Espiga y Campana
<b>10</b>	150	De ½" a 2" De ½" a 8"	Roscada Espiga y Campana
<b>7.5</b>	105	De 1 ½" a 8"	Espiga y Campana
<b>5</b>	75	De 2" a 8"	Espiga y Campana

#### **2.2.2.4 Conductos de drenaje y ventilación (mediana presión)**

En la

#### **2.2.3 Sistema Indirecto**

La razón por la que se denomina presión indirecta es porque la presión de la red pública no tiene un impacto inmediato en el suministro de agua a los puntos de consumo (dispositivos sanitarios).

**Tabla N° 14**, se muestra las Características y tipo de tuberías para desagüe y ventilación para edificaciones.

### 2.2.3 Sistema Indirecto

La razón por la que se denomina presión indirecta es porque la presión de la red pública no tiene un impacto inmediato en el suministro de agua a los puntos de consumo (dispositivos sanitarios).

**Tabla N° 14**

Características y tipo de tuberías para desagüe y ventilación

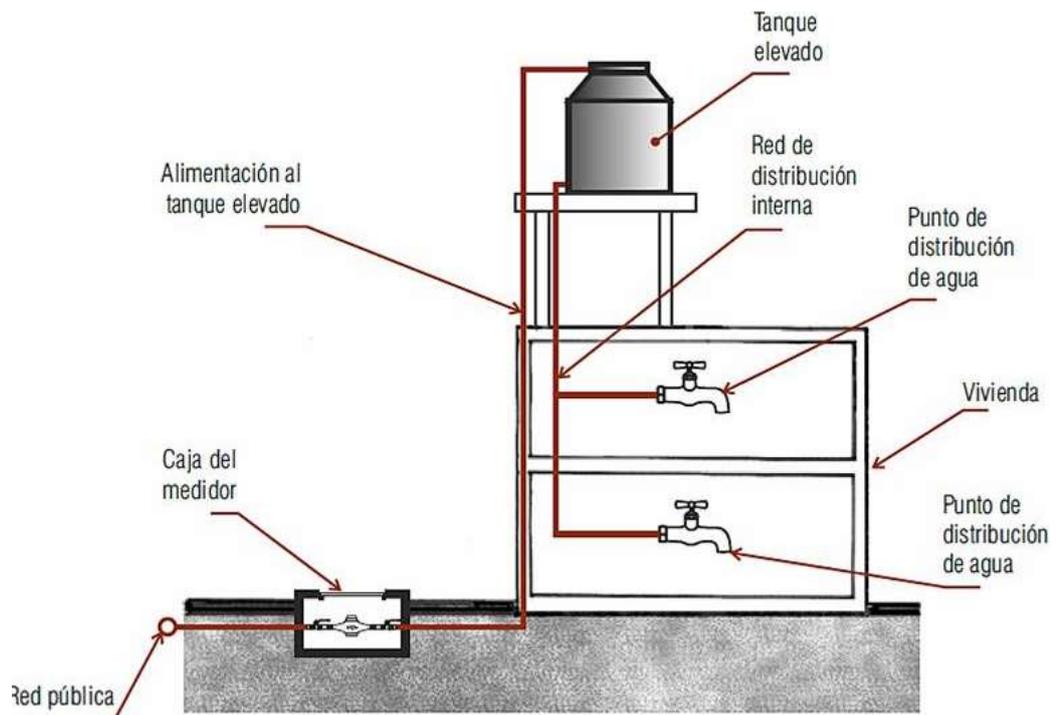
<b>TIPO DE TUBERÍA</b>	<b>APLIQUE</b>	<b>UNIONES</b>	<b>Φ COMERCIALES</b>
F°. F°.	Redes de propósito general Conductos de ventilación interior y exterior.	Espiga y campana con Calafateo de estopa y plomo	2" A 8"
ASBESTO CEMENTO.	Tuberías de drenaje externo, tuberías de ventilación. En Industrias.	Espiga y campana.	1 ½" A 10"
C° NORMALIZADO	Redes exteriores.	Espiga y campana.	2" A 10"
PLOMO	Para trampas y algunos trabajos especiales	soldadas	1 ¼" A 4"
CERÁMICA	Uso industrial	Espiga y campana	2" A 8"
F° FORJADO CON BRIDAS	Uso industrial	Bridadas	½" A 10"
PVC	ESTE ES EL MÁS ECONÓMICO.	ESPIGA Y CAMPANA	1 ½" A 8"

**Tabla N° 15**

Prestación sanitaria para hombres y mujeres

<b>ÁREA (M2)</b>	<b>SS.HH. - HOMBRES</b>			<b>SS.HH. - MUJERES</b>	
	<b>Lavabo</b>	<b>Retrete</b>	<b>Urinario</b>	<b>Lavabo</b>	<b>RETRETE</b>
61 - 150	1	1	1	1	1
151 - 350	2	2	1	2	2
351 - 600	2	2	2	3	3
601 - 900	3	3	2	4	4
901 - 1250	4	4	3	4	4
> 1250	UNO POR CADA 45 PERSONAS ADICIONALES			UNO POR CADA 40 PERSONAS ADICIONALES.	

**Fuente:** *Reglamento Nacional de Edificaciones*



**Figura N° 4:** Sistema indirecto de abastecimiento de agua

### 2.2.3.1 Beneficios y desfunciones del Sistema Indirecto.

#### *Beneficios*

Permite el almacenamiento temporal de agua.

Las presiones del edificio son más constantes, lo que es excelente para suministrar agua caliente

#### *Desfunciones*

Es un sistema costoso.

Ya sea en el tanque elevado o en la cisterna, existe la posibilidad de que el agua dentro de la estructura se haya contaminado

Dentro de la estructura, hay un recargo de esfuerzo.

### 2.2.3.2 Cálculo del volumen del Tanque y la eficiencia del Tanque

Por día de consumo se calcula el almacenamiento total de una estructura o vivienda. Esta capacidad debe mantenerse en un tanque y tinaco porque utiliza un sistema indirecto.

Los códigos de construcción nacionales exigen que el menor volumen almacenable

en un tanque sea 0.75 de la ingesta diaria y 0.333 en un tinaco, ambos requieren de 1 m<sup>3</sup> como mínimo.

$$V_A = \frac{3}{4}V_{CD} + \frac{1}{3}V_{CD}$$

$$V_C = \frac{3}{4}V_{CD}$$

$$V_{TE} = \frac{1}{3}V_{CD}$$

Dónde:

$V_A$  = Volumen de almacenamiento

$V_C$  = Volumen de la cisterna

$V_{CD}$  = Volumen consumido diariamente

$V_{TE}$  = Volumen del tanque elevado

### 2.2.3.3 Cisterna y Tanques Elevados

Las cisternas y tanques elevados son elementos estructurales que se utilizan para almacenar líquidos, en nuestro caso agua potable para diversos usos en la edificación.

Una instalación de almacenamiento subterráneo conocida como cisterna se utiliza para recolectar y retener agua de lluvia, así como agua de un río o manantial. Los tanques son elementos para almacenar líquidos, principalmente agua. Los camiones cisterna, los aviones cisterna y los camiones cisterna también se utilizan para transportar líquidos. Desde unos pocos litros hasta miles de metros cúbicos, tiene un rango de capacidad.

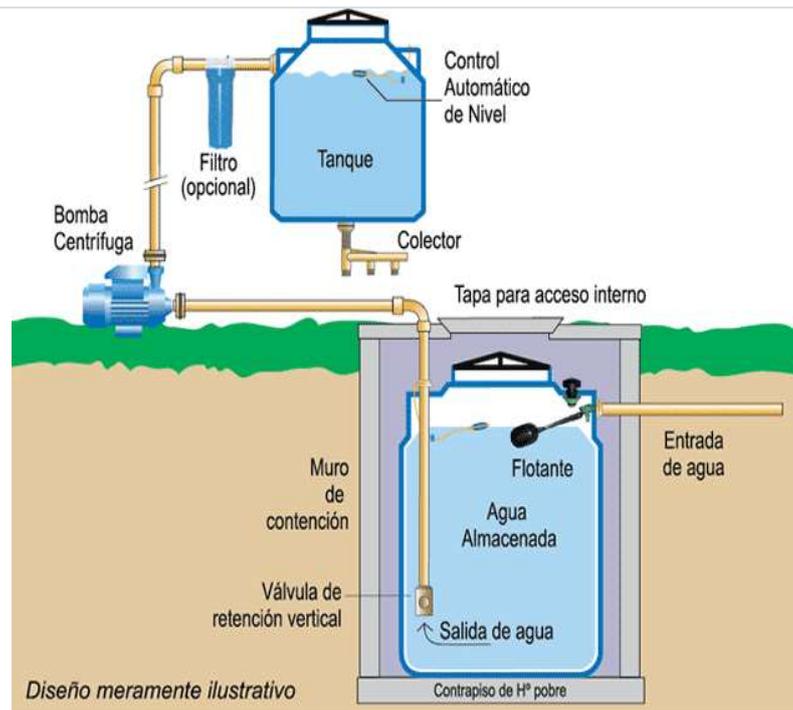
Para distribuir agua potable, así como para regular o controlar el volumen y el suministro de agua durante las horas pico o cuando sea necesario en situaciones de emergencia como incendios, el almacenamiento sobre el suelo es una estructura necesaria.

Que la presión mínima de salida de 5lbs/pulg, siempre está presente en el sistema de plomería pública, lo que permite que el agua fluya hacia el aparato en el peor de los casos.

---

El Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú establece lo siguiente:

- Si solo hay un tanque sobre el suelo, debe tener una capacidad mínima de 1000 litros y una capacidad máxima de al menos el requerimiento diario.
- Cuando se utilice cisterna, bombas elevadoras y reductor conjuntamente, la capacidad de tanque será al menos 0.75 del consumido diariamente y el tanque de superficie debe ser al menos 1/3 de la reserva, ambos con un mínimo estricto de 1000 litros.



**Figura N° 5:** Sistema tanque cisterna, electrobomba, sistema elevado

#### 2.2.3.4 Tubería de Abastecimiento de la Red Pública hasta el Tanque

Hay que tener en cuenta que el depósito se llena en las horas de mínimo caudal cuando se alcanza la máxima presión y que esto corresponde a un periodo de 4 horas (de 00:00 a 04:00). Se debe tener en cuenta lo siguiente al calcular la tubería:

- La presión de agua en el punto de conexión del servicio en la red pública.
- La distancia en altura, en metros, entre el punto de entrega del edificio.
- Perdidas por rozamiento en las tuberías y demás elementos de la línea de abastecimiento que unen la red pública al contador.
- La pérdida de carga en el contador, que debe ser inferior al 50% de la carga disponible.

#### **2.2.4 Aguas Residuales**

Agua que ha sufrido la intervención humana y ha cambiado de su estado original, por ejemplo, por contaminantes que degradan su calidad original, también se denomina agua residual, por lo tanto, deben ser tratadas antes de su reutilización y/o descarga en un organismo receptor (Evaluación y Control Ambiental, 2014, p.2) Por sus características de calidad, las aguas residuales que han visto alteradas sus propiedades originales por la actividad antrópica deben ser vertidas a un reservorio natural o reciclada, requieren de un pretratamiento. (Reglamento de la Ley N°29338 Ley de Recursos Hídricos, Aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG)

#### **Tipos de las aguas residuales**

##### *a) Aguas residuales domésticas*

Es agua que fue producida por las actividades humanas diarias y se utiliza tanto para fines domésticos como comerciales y que contiene, entre otros, desechos fisiológicos (baño, cocina); Por lo tanto, deben ser eliminados adecuadamente (Agencia de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014, p.3).

Las aguas residuales de los hogares se conocen como aguas grises poco utilizadas, sin la mayor parte de los residuos orgánicos y con pocos contaminantes. Esta agua puede provenir de lavadoras, duchas, fregaderos. (Allen, 2015, p.2).

##### *b) Aguas residuales públicas*

Estos son cuerpos de agua que contienen tanto aguas residuales industriales tratadas como aguas pluviales. En la Figura N° 6 se muestra Generación de aguas residuales en el Perú (OEFA, 2014, p. 3)

#### **Industrialización de aguas residuales**

Relacionadas a la minería, la agroindustria y otros sectores (OEFA, 2014, p.3)



**Figura N° 6** Generación de aguas residuales peruanas, fuente OEFA, 2014

Vertidos de aguas residuales domesticas que no han sido tratadas, según departamentos, 2013-2019, fuente SUNASS

Tabla N°16

Vertidos de aguas residuales domesticas que no han sido tratadas, según departamentos, 2013-2019, fuente SUNASS

Departamento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019 PI
<b>Total</b>	<b>440 978 498</b>	<b>357 752 336</b>	<b>335 447 711</b>	<b>346 029 577</b>	<b>234 418 233</b>	<b>243 087 012</b>	<b>262 696 865</b>
Amazonas	3 810 909	3 740 994	3 540 970	3 695 193	4 153 054	4 332 274	4 600 050
Áncash	13 728 096	13 875 179	15 320 583	16 264 590	15 173 521	16 390 841	16 632 112
Apurímac	3 453 636	3 170 666	4 137 603	3 831 353	4 235 956	4 449 259	4 565 208
Arequipa	33 659 065	32 392 630	37 994 486	36 766 861	3 126 464	3 335 065	3 258 512
Ayacucho	13 419	18 682	4 836	110 993	202 053	-	10 606
Cajamarca	7 516 715	6 888 962	7 259 626	7 621 997	7 504 667	7 714 778	8 401 039
Cusco	9 676 200	7 120 237	7 300 393	7 640 346	9 767 191	7 342 430	9 140 161
Huancavelica	2 105 898	2 092 571	2 170 211	2 195 772	2 267 556	2 252 490	2 341 298
Huánuco	10 023 804	10 166 074	10 526 166	10 181 638	10 293 541	10 724 665	11 859 623
Ica	1 578 209	2 038 582	728 730	6 343 158	5 694 794	6 238 131	7 432 825
Junín	28 242 502	27 600 196	27 071 848	28 407 427	29 533 345	29 428 215	29 423 042
La Libertad	12 731 312	15 013 308	216 872	...	12 323 885	11 836 937	12 258 801
Lambayeque	2 303 832	2 141 599	1 125 069	13 825 332	263 962	461 193	364 088
Lima	239 373 547	159 221 443	156 129 386	146 851 652	69 834 095	75 927 981	88 559 064
Loreto	10 410 496	10 582 606	10 559 733	10 926 389	10 562 500	10 390 062	12 645 911
Madre de Dios	1 608 334	1 470 857	1 524 967	1 617 093	1 757 965	1 974 087	2 099 715
Moquegua	3 140 583	2 726 633	1 123 689	419 623	150 128	396 082	288 799
Pasco	1 448 576	1 295 385	1 285 252	1 215 262	1 263 531	1 219 562	1 524 455
Piura	22 609 876	23 392 196	15 694 554	13 053 220	10 561 269	12 261 887	10 970 117
Puno	7 404 738	6 817 084	4 994 780	7 179 415	6 297 863	6 540 805	6 889 966
San Martín	9 239 677	9 235 985	9 183 545	9 810 508	10 252 174	10 532 988	10 665 525
Tacna	3 592 161	3 232 929	3 409 016	4 093 734	4 878 084	5 482 920	5 091 173
Tumbes	4 809 406	4 149 745	4 667 660	4 241 358	3 923 571	3 685 002	3 646 967
Ucayali	8 497 517	9 367 793	9 477 736	9 736 663	10 397 064	10 168 358	10 007 808

Hay dos métodos posibles, como en la mayoría de los otros países, para el tratamiento de aguas residuales en Perú.

*Aguas residuales domesticas o comerciales* que ingresan al sistema de alcantarillado, y deben ser tratadas por cualquier empresa pública o privada y de acuerdo con los estándares establecidos por la legislación nacional. Afecta a todo el país y demuestra lo vulnerables que somos en estas situaciones por la falta de medidas preventivas.

En todo el país encontramos plantas de tratamiento que no están funcionando correctamente; que son demasiado grandes e ineficientes; Hay una serie de situaciones que se podrían enumerar en las que parece la existencia de fábricas abandonadas o, peor aún, usadas cuyas aguas desembocan en los ríos está influida por los intereses económicos de las empresas privadas o la falta de profesionalidad de las empresas instaladoras. Los ejemplos incluyen tener tecnología que no es recomendable para el clima en el que están instalados, módulos que han sido importados que no son requeridos para funcionar en la realidad peruana, y muchos otros.

### **2.2.5 Aguas Grises**

Las aguas grises son el agua que contiene desechos líquidos que se acumula después de vaciar fregaderos, lavavajillas, bañeras y otros accesorios de plomería. Debe su nombre a su apariencia turbia y a un estado intermedio entre agua dulce y agua potable. también llamadas aguas blancas, aguas negras o alcantarillado; Es simple usar este tipo de agua como regar jardines o limpiar el área exterior y se puede reutilizar directamente en el inodoro después de una limpieza rápida.

“El uso de aguas grises nos ayuda a reducir nuestro consumo de agua potable del 16% al 40 %. Esto depende en gran medida de las costumbres y el sistema utilizado, que abarata nuestras facturas de agua. Otro beneficio es la comprensión de que el agua se puede reutilizar para mantener la relación mientras se atienden las necesidades del planeta. entre las personas y el planeta” (Allen 2015, p. 2)

La dinámica de las viviendas incide en la generación de aguas residuales domésticas en las viviendas, que varía mucho. Se ve afectado por cosas como la infraestructura actual y el suministro de agua, el tamaño del hogar, distribución de edades y características personales. Las cantidades de aguas residuales son mínimas en áreas

donde se utilizan para utensilios de cocina, lavandería e higiene personal. Un miembro de familia en un área más próspera puede producir varios cientos de litros por día usando agua del grifo.

Las aguas residuales domesticas de lavabos y duchas se conocen como aguas grises (Jefferson et al., 2004) considerando que representan entre el 50 y el 80 por ciento del total del agua utilizada en los hogares, representan el área con mayor potencial para el ahorro de agua. (Flowers, 2004). En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran los componentes de las aguas grises del sistema sanitario.

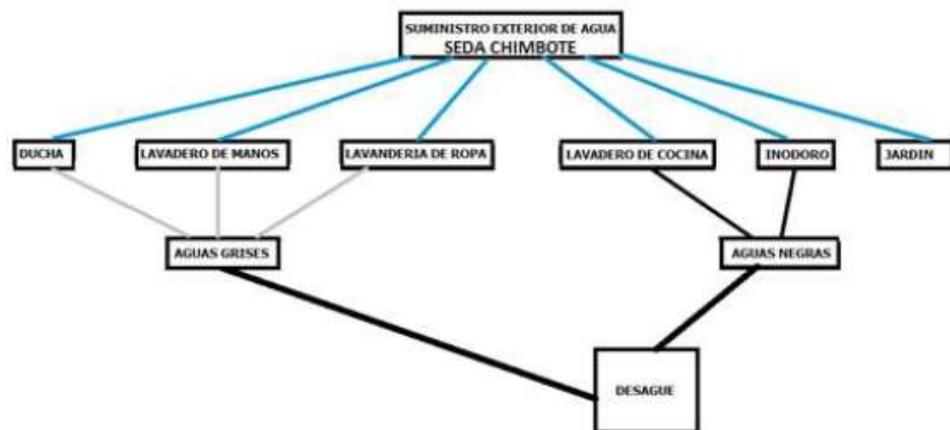
Reutilizar esta agua, que puede parecer innecesaria al principio, puede proteger los suministros de agua subterránea, reducir las cargas de aguas residuales y conservar el agua potable entre un 30% y un 45% (Gallo, 2010), que generalmente no se recicla debido al alto nivel de contaminación. (Aqua España, 2018)

**Tabla N° 17**

Componentes de las aguas grises

EQUIPAMIENTO	CONTENIDO
Ducha/Tina	Artículos de higiene, grasas y bacterias, junto con el jabón.
Lavabo	Jabón, artículos de tocador y artículos de cuidado personal
Lavatorio	Sustancias orgánicas, nutrientes, sólidos, detergentes, grasas y aceites.
Lavadora	Altas niveles de detergentes, productos químicos como el cloro y residuos de fibras.

Fuente: *Fibrasynormasdecolombia.com*. (22de marzo de 2023).  
<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/aguas-grises-definicion-y-tratamiento/>



**Figura 7** Componentes de las aguas grises, fuente: SEDACHIMBOTE

## 2.2.6 Manejo de aguas grises

### Procesos de tratamiento

Además, la planificación debe tener en cuenta que, a lo largo del día, tanto el caudal de aguas grises como la demanda de agua tratada varían. Para maximizar el uso de aguas grises, es crucial elegir equipos y tener suficiente almacenamiento de agua tratado para satisfacer la demanda.

Se deben usar redes separadas para aguas grises al instalar un sistema de reciclamiento de aguas grises (que se envían a la estación de reciclaje) y aguas residuales (que se envían a la red de alcantarillado junto con derivaciones de aguas grises), agua reciclada (entregada de la estación a los puntos de consumo).

Por ello, la implicación de los usuarios es fundamental para conseguir este objetivo. Este recurso invaluable se preserva a través de la utilización responsable del agua y reducción del consumo a través de los avances tecnológicos y utilizar agua reciclada. (Carne Santasmasas, directora de REMOSA, empresa asociada a AQUA ESPAÑA).

### Reciclado de agua gris

Debido al hecho de que contiene menos contaminantes peligrosos que el agua negra, las aguas grises pueden gestionarse y reciclarse más fácilmente. Si estas aguas se recogen a través de un sistema de tuberías que puede separar el agua gris doméstica del alcantarillado, pueden ser reciclados de inmediato en el establecimiento educativo.

El aprovechamiento del agua gris ayuda, en la práctica, a minimizar el rendimiento de jugo potable ya reducir los contaminantes en el aire ambiente. Se cree que el reciclaje de aguas grises es inocuo para el consumo humano, pero desde el visto de vista de la unión y digestión microbiana y vinculante, estas aguas se pueden usar para inodoros y jardines. Algunas de las aguas grises también se pueden verter abruptamente.

### **Calidad del agua residual tratada**

Los constituyentes del agua residual que tienen mayor importancia en el riego agrícola son la salinidad, el sodio, el exceso de cloro residual y algunos componentes minoritarios, según el cultivo de que se trate. En el agua regenerada los contenidos de estos constituyentes son generalmente mayores que en las aguas blancas habitualmente empleadas en riegos.

Las causas más frecuentes que influyen desfavorablemente en la calidad original del agua residual, con vistas a su aprovechamiento agrícola son:

Descargas industriales de componentes potencialmente tóxicos dentro del sistema de alcantarillado urbano.

Infiltración de agua salada en el sistema de alcantarillado de las zonas costeras.

Elevada mineralización del agua de primera utilización.

### **2.2.7 Sistemas de aguas grises**

#### **2.2.7.1 Uso de aguas grises sin un sistema**

##### **a. Método de barril y manguera para la lavadora**

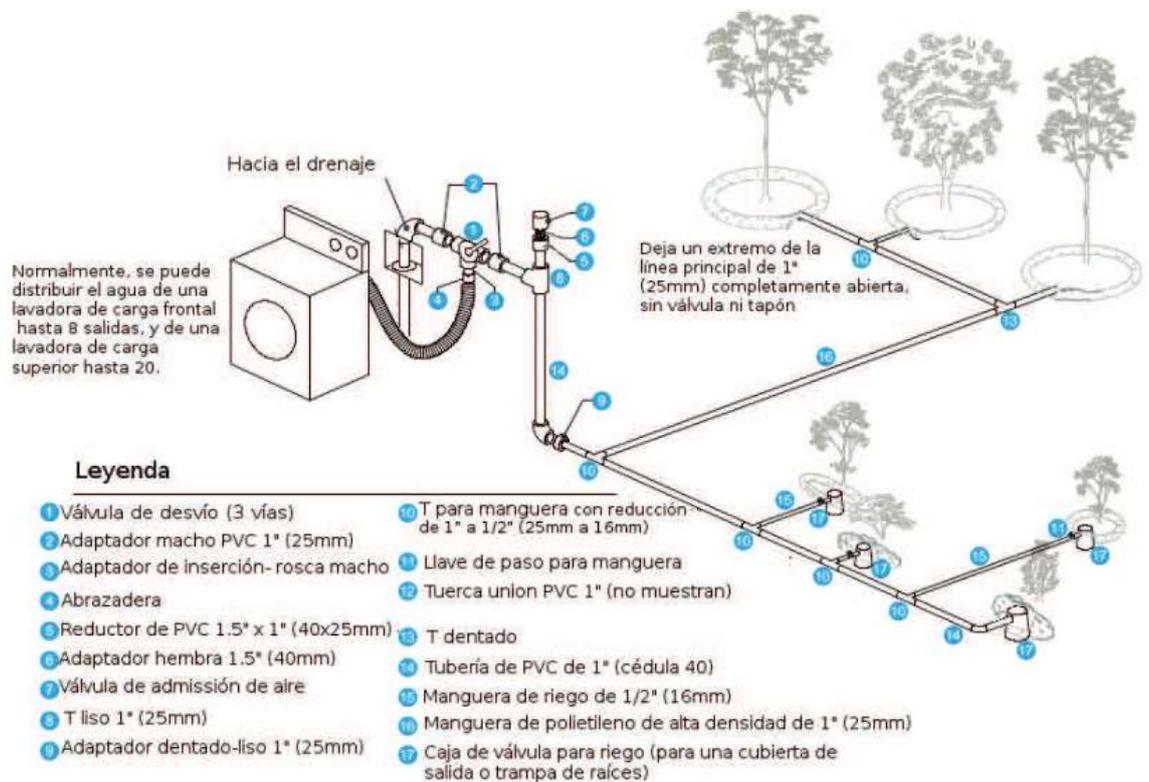
Simplemente se coloca la manguera de drenaje de la lavadora en algún cilindro o barril para acumular el agua que descarga la lavadora, luego el agua acumulada se utiliza para riego o lavado de pisos.

##### **b. Sistema de la Lavadora Al Jardín (LAJ)**

Allen (2015)

El sistema de aguas grises de la lavadora al jardín, inventado por el pionero en aguas grises Art Ludwig, recoge las aguas grises de la manguera de descarga de la lavadora, permitiendo reutilizar el agua sin alterar las

tuberías existentes en la vivienda. La manguera de drenado de la lavadora está unida a una válvula de desvío que te permite fácilmente abrir o cerrar el sistema. Es importante poder cambiar el curso del agua hacia el drenaje en cualquier momento. Por ejemplo, si estás usando blanqueador, que podría dañar las plantas, o si el suelo está saturado en la temporada de lluvias. Las aguas grises son distribuidas a través de una línea de riego de 1 pulgada (25 mm), con salidas que dirigen el agua a plantas específicas (Figura N° 8). Este sistema es de bajo costo, fácil de instalar y fácil de modificar al hacer cambios en las viviendas o en el diseño del jardín (p. 16)



**Figura N° 8** *Visión general del sistema de la lavadora al jardín (LAJ).*

c. Lavadora en el exterior

“Se instala la lavadora en el exterior de la casa, por ejemplo, en una cochera o porche, con o sin techo. Se conecta la lavadora a una llave exterior y solo se usa las descargas de agua fría” (Allen, 2015, p. 16).

d. Cubeta o Sifón

La recolección de aguas grises en cubetas proporcionará una conciencia profunda de cuánta agua utilizamos. Se recolecta las aguas grises de la regadera poniéndole un tapón a la tina para recolectar el agua, o simplemente debemos bañarnos sobre una cubeta. Si el jardín de la casa está a un nivel más bajo que la tina, se puede utilizar un sifón para enviar el agua al exterior (con una bomba de mano y una manguera). El agua del lavabo de la cocina se puede almacenar en un contenedor (una cubeta) en el mismo lavabo (Allen, 2015, p. 16)

#### 2.2.7.2 Sistemas de flujo por gravedad

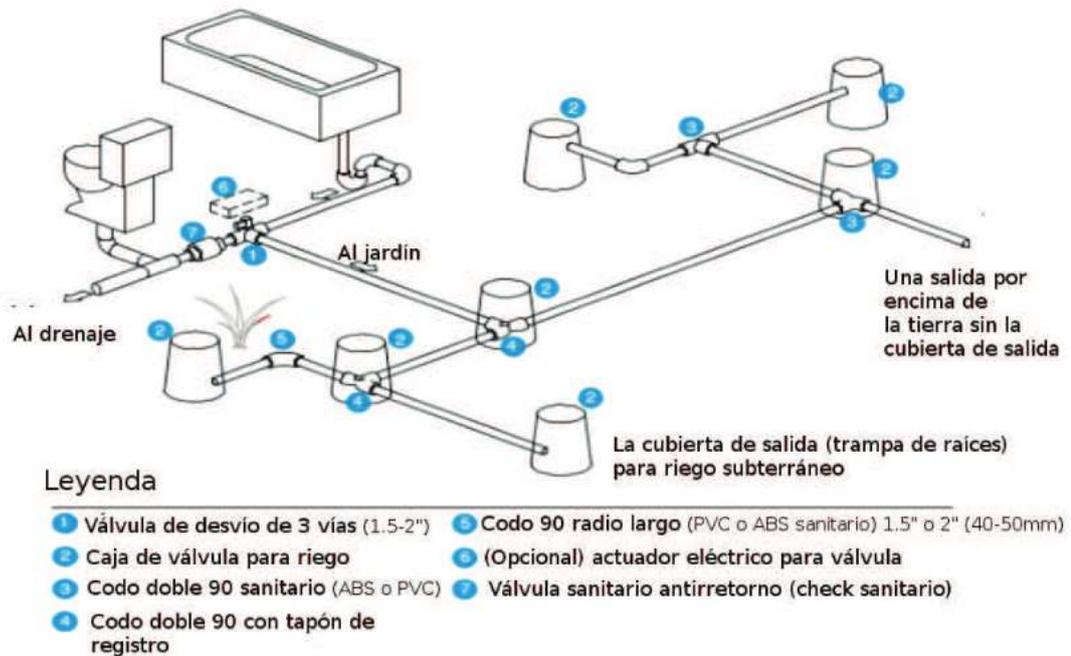
Un sistema de flujo por gravedad transporta las aguas grises por gravedad hacia el jardín (este sistema también fue desarrollado por Art Ludwig y se llama “branched drain system” en inglés). Este sistema se usa comúnmente en regaderas, lavabos o flujos combinados. Se instala una válvula de desvío en el drenaje de uno de los accesorios de plomería que se va a usar para aguas grises (por ejemplo, una regadera o un lavabo); se conecta al tubo de drenaje que se localiza debajo del accesorio de plomería. Un lado de la válvula se reconecta a la tubería del drenaje hacia el alcantarillado/fosa séptica y el otro lado se conecta hacia el sistema que va al jardín. El usuario puede controlar el flujo de aguas grises girando la válvula, ya sea manualmente o a control remoto. Se utilizará tubería rígida de 1 ½ o 2 pulgadas (40-50mm) PVC o ABS para llevar las aguas grises a través del sistema.

“Una vez que llega al jardín, la tubería se divide repetidamente para distribuir el agua hacia múltiples cuencas de mulch para regar plantas específicas, como árboles, arbustos o plantas perennes grandes” (Allen, 2015, p. 42)

“El costo y la dificultad para instalar los sistemas de flujo por gravedad pueden variar considerablemente. En algunos casos se requiere un gran proyecto de tubería para acceder las aguas grises, mientras que en otros casos es muy sencillo desviar el agua” (Allen, 2015, p. 42)

Los sistemas de flujo por gravedad son muy adecuados para las aguas grises del lavabo de la cocina (toma en cuenta que no todos los estados permiten la reutilización del agua de la cocina). Y también considera que las aguas grises de la cocina son más atractivas para los mapaches, los osos y otros animales silvestres y estos podrían escarbar las cuencas.

“Esta clase de sistema puede tomar tiempo para construirse, pero una vez terminado, requiere un mantenimiento mínimo y dura mucho tiempo, ya que no tiene partes que se muevan y se puedan quebrar” (Allen, 2015, p. 42)



**Figura N° 9** Un sistema de flujo por gravedad. Fuente: SFPUC Graywater Manual.

### 2.2.7.3 Sistema con tanque y bomba

“El proceso es el siguiente: las aguas grises se depositan en un pequeño tanque, que se llama cámara de compensación, y de allí se bombean al jardín. El agua no se almacena por más de un día (típicamente, 24 horas es el máximo de tiempo que te permiten almacenarla legalmente). El sistema requiere: un acceso a la tubería para instalar una válvula de desvío, un espacio para el tanque y un contacto de electricidad para conectar la bomba” (Allen, 2015, p. 49)

Los sistemas de bombeo ofrecen unas cuantas ventajas sobre los sistemas de flujo por gravedad. Pueden enviar el agua cuesta arriba y a través de largas distancias.

También tienen la capacidad de distribuir el agua a un mayor número de plantas que los sistemas de flujo por gravedad y son muy eficaces para combinar los flujos y distribuir el agua alrededor de todo el jardín. En cuanto a las desventajas, los sistemas de bombeo usan energía y la bomba, eventualmente, necesitará reemplazarse (tal vez cada 10 años) Se puede usar un sistema de bombeo para el riego por goteo, pero se debe filtrar las aguas grises y usar una tubería de riego por

goteo compatible con las aguas grises; de otro modo, los emisores de gotas se taparán (Allen, 2015, p. 49)

#### Sistema de bombeo sin filtración

“En este sistema, las aguas grises de la regadera, lavabos o lavadoras son dirigidas a un tanque de almacenaje temporal y luego se bombea hacia el jardín, que podría estar cuesta arriba en cuanto a la fuente de aguas grises. Frecuentemente al instalar este sistema, es necesario modificar la tubería existente. Estos sistemas son más adecuados para regar plantas perennes de cualquier tamaño o plantas anuales grandes” (Allen, 2015, p. 50)

#### 2.2.7.4 Otros sistemas de aguas grises

Allen (2015)

Hay otras opciones para diseñar e instalar sistemas de aguas grises más complejos. Las nuevas construcciones y las remodelaciones completas de la tubería pueden darte acceso a mayores fuentes de aguas grises de las que están disponibles típicamente en situaciones de reconversión. Con un volumen más grande de aguas grises disponible, las opciones más complejas pueden ser más adecuadas para cada situación. Estos sistemas generalmente son más costosos, pueden distribuir el agua en más lugares y son más eficientes con el uso de agua para regar. Los sistemas de aguas grises más complejos se encuentran a veces en las nuevas construcciones residenciales de alta gama, especialmente en las casas que buscan la certificación de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED, por sus siglas en inglés). Los retos para tramitar estos permisos tienden a ser más grandes con sistemas más complejos (p. 52)

#### Sistema de drenaje doble

“Mantener separadas todas las tuberías de las aguas grises, de las tuberías del inodoro, se llama tubería de “drenaje doble”. Sin embargo, incluso en construcciones nuevas, combinar los flujos de las aguas grises no siempre es lo mejor. Dependiendo del lugar, a veces es más fácil, instalar sistemas separados desde cada accesorio de plomería para regar diferentes partes del jardín que juntar los flujos. Si se opta por mantener todas las tuberías de aguas grises separadas, es

preciso que estén en un lugar conveniente para aprovecharlas y así tener acceso a estas aguas. Después de ese punto, las tuberías pueden combinarse con cualquier otra tubería de aguas negras” (Allen, 2015, p. 52)

#### *Riego por goteo con aguas grises*

“El riego por goteo es una forma muy eficiente de regar un jardín. Para que las aguas grises puedan ser utilizadas en un sistema de riego por goteo, la suciedad, el cabello y la pelusa deben ser filtrados para que no obstruyan los emisores de gotas. Desafortunadamente, no es fácil tener un sistema de riego por goteo de aguas grises que sea poco costoso y sencillo. Ese tipo de sistemas requiere frecuentemente la limpieza manual de filtros, una tarea poco placentera. La alternativa es un sistema con filtros que se limpian solos, pero estos son muy costosos” (Allen, 2015, p. 52)

#### *Sistemas automatizados de riego por goteo con filtro*

Allen (2015)

Un tipo de filtro usado en los sistemas de alta gama es el filtro de arena. Otros tipos son los filtros de malla o discos de auto limpieza. Observe, que todos los filtros de aguas grises sólo remueven sólidos, no sales ni químicos, por lo cual es importante usar productos dentro de la edificación que sean amigables para el uso de las aguas grises (p. 52)

#### *Sistemas manufacturados de aguas grises*

Para Allen (2015)

Estos sistemas normalmente filtran las aguas para su uso en una tubería de goteo compatible con las aguas grises. Esto hace posible regar plantas pequeñas y distribuir el agua en áreas más grandes de lo que sería posible lograr con otro tipo de sistema de aguas grises más sencillo, o con sistemas de bombeo sin filtro. Los sistemas de aguas grises manufacturados regularmente son de menor costo que aquellos automatizados de riego por goteo con filtro, pero cuestan más que los sistemas simples que mencionamos previamente. La tecnología para esta clase de sistemas es relativamente nueva y todavía está en desarrollo, así que su longevidad es desconocida (p. 52)

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

##### **3.1.1 Aparatos sanitarios**

Los aparatos sanitarios, o simplemente sanitarios, son típicamente artículos de cerámica, porcelana o chapa de acero utilizados para facilitar la higiene personal o del hogar y la eliminación de líquidos y/o sólidos.

Se denominan aparatos sanitarios todos los artefactos que se colocan en las viviendas y locales para facilitar la recepción de aguas utilizadas en la higiene y necesidades de las personas. Generalmente son de loza o granito.

Los aparatos sanitarios se clasifican en:

1. Inodoros
2. Urinarios
3. Bañeras
4. Lavabos
5. Duchas
6. Bides
7. Lavaplatos
8. Lavandería
9. Agrupación De Aparatos Sanitarios

Entre los aparatos más usados en una vivienda tenemos: Inodoro, lavatorio, lavadero de platos, lavadero de ropa y ducha.

Los aparatos sanitarios se fabrican de los siguientes materiales:

Porcelana (normal ó vitreous china

Fundición esmaltada

Acero inoxidable

Fibrocemento

Mortero armado

Plástico (cloruro de polivinilo o poliéster con fibra de vidrio)

##### **3.1.2 Tuberías**

Uno de los elementos principales de la instalación son los tubos que forman el circuito. Existen diferentes materiales de tuberías que podemos utilizar

especialmente para diferentes instalaciones; Para ello es necesario conocer las ventajas de cada material y saber qué tuberías se adaptan mejor a las necesidades de nuestra instalación (TIPOS DE TUBERÍAS SEGÚN EL TIPO DE INSTALACIÓN | Integración de las TIC's en el Taller de Instalaciones, s.f.)

Las tuberías se pueden seleccionar según el entorno de instalación.

El entorno cuenta con un sector industrial que puede utilizar tuberías para transportar energía, como grandes masas de agua o vapor, como la petroquímica. O también el ámbito doméstico, donde encontramos tuberías en el uso de instalaciones de drenaje, en el transporte de agua potable (acero, cobre, plástico), gas (acero, cobre) o calefacción (cobre, actualmente hierro)

Según los líquidos transportados, por ejemplo, tuberías (petróleo) o tuberías de gas (tuberías de transporte de gas). Para una clasificación general de estas tuberías, podemos dividir las en dos grandes grupos: tuberías de plástico y tuberías metálicas.

### **Tipos de tuberías según el material**

#### a) Tuberías Plásticas:

- Tubería Policloruro de Vinilo (PVC)
- Tubería de Polietileno (PE)
- Tubería de polipropileno (PP)
- Tubería polibutileno (PB)
- Tubería multicapa
- Tubería polietileno reticulado (PER)
- Polipropileno Reticulado (PP-R)

#### b) Tuberías Metálicas

- Acero negro
- Hierro galvanizado
- Tubería de hierro
- Tubería de acero inoxidable
- Tubería de cobre

### **Tubería PVC**

Este material se utiliza principalmente en tuberías de plástico. Lo encontramos en equipos de evacuación de agua. Este plástico es ideal si lo utilizamos en sistemas sanitarios, sin presión en el circuito (agua fecal, agua de lluvia).

Las uniones de este tipo de material se pueden pegar o ranurar con un anillo de goma. Comparado con otros materiales plásticos, es el más asequible por su precio. Dispone de resistencia química, por lo que podemos evitar una posible corrosión externa e interna del tubo, lo que nos da pequeñas pérdidas por fricción. El coeficiente de conductividad térmica es mínimo y no requiere mantenimiento.

En cuanto a calidad y precio, es el material más utilizado y, según investigaciones, produce fracturas más pequeñas en comparación con otros materiales. Una de las desventajas de este material es que por su composición (sal y aceite) puede resultar perjudicial para el medio ambiente. Dispone de PVC de presión, cuyo material puede soportar presiones de hasta 10 bares en AFS. Se trata de instalaciones muy rígidas, con poca flexibilidad ante impactos y aptas para aguas pesadas (depuradoras, filtros, etc.)

### **3.1.3 Tanques**

Un tanque de agua es un recipiente que contiene agua, que luego puede usarse para beber, realizar tareas domésticas, cocinar, irrigar y otras actividades.

El tanque de agua almacena y recoge agua para su uso posterior. El tanque se conecta por un lado a la red de distribución pública, y su salida se conecta a la tubería de la edificación.

#### **Materiales de fabricación de los tanques de agua**

*Tanque de fibra de vidrio.*

“Disponible en varios tamaños. No poroso, no se corroe, pero algunas partes pueden ser propensas a la corrosión localizada. También pueden presentar fisuras” (¿Qué es un tanque de almacenamiento de agua? - Rotoplas Agroindustria, s.f.)

*Tanques de concreto*

“Se ubican sobre o bajo tierra, pueden ser prefabricados y transportados al sitio o contruidos en el sitio. Cuentan con gran resistencia y propiedades aislantes, que mantienen el agua o los líquidos más frescos. Sin embargo, no son tan prácticos y

llevan demasiado mantenimiento” (¿Qué es un tanque de almacenamiento de agua?  
- Rotoplas Agroindustria, s.f.)

#### *Tanques de acero*

“Existen en muchos tamaños y capacidades disponibles y pueden soportar condiciones extremas, incluido el fuego. Este material es resistente a los rayos UV, pero son tanques que no se transportan fácilmente” (¿Qué es un tanque de almacenamiento de agua? - Rotoplas Agroindustria, s.f.)

#### *Tanques de Polietileno*

Se pueden encontrar en diferentes tamaños, formas, colores, combinaciones y con múltiples posibilidades de conexión. Son muy ligeros y esa característica facilita su transporte, posicionamiento o desplazamiento según las necesidades.

Los tanques de agua de polietileno han sido fabricados para soportar condiciones climáticas adversas y resistir el daño de los rayos UV. Adaptables y fáciles de reubicar, se construyen en sola una pieza, lo que significa que no presentan roturas o goteos. Además, son 100% resistentes a la oxidación y a la corrosión. También evitan el crecimiento de algas.

Otras ventajas es que su instalación es más rápida, sencilla y económica. Y sus accesorios son muy durables.

Los tanques de agua de polietileno no filtran ningún producto químico o cal que pueda generar un sabor desagradable en el agua. Son menos propensos a agrietarse.

### **Tipos de tanques de Polietileno**

#### *Tanques Domésticos*

Los tanques domésticos de agua dan una excelente solución para el almacenamiento seguro del agua, en zonas con o sin acceso a la red pública.

Almacenan agua de forma higiénica y segura. Capacidad de 250 lt a 2500 lt



**Figura N° 10** *Tanques Eternit de 1,100litros*

*Tanques de Agua (Grandes Volúmenes)*

Tanque industrial para agua potable con Polietileno de alta densidad virgen, que cumple con la norma de la F.D.A

Capacidad de 5,000 lt, 10,000lt, 15,000lt, 20,000lt y 25,000 lt.

*Tanques para Productos Industriales*

Tanque de para Productos Industriales con Polietileno de alta densidad 100%.

Gran resistencia a sustancias químicas, es utilizado en las industrias Minera, Metalúrgica, Agrícola, Alimentaria, Pesquera, Química, Cervecera, Vitivinícola, Textil, entre otras.

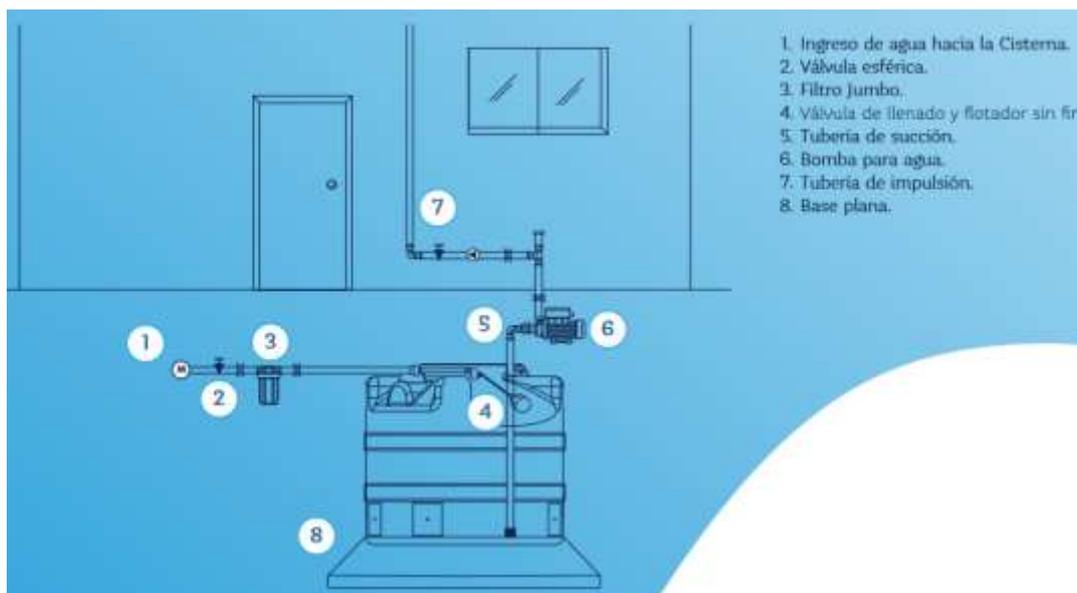
Capacidad de 250 lt a 2500 lt.

Capacidad de 5,000 lt, 10,000lt, 15,000lt, 20,000lt y 25,000 lt.

*Tanque Cisternas*

Cisterna para almacenamiento de agua y sustancias industriales

Capacidad de 1,200 lt, 2,000lt, 2,800lt, 5,000lt y 10,000 lt.



**Figura N° 11** Esquema de instalación de la Cisterna. Fuente; Ficha Técnica Rotoplast 2022

### *Tanques Nodrizas*

Nodriza de 2850 litros y de 5,000 Litros

### *Biodigestores*

El Biodigestor Autolimpiable es un sistema para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, mediante un proceso de retención y degradación séptica anaerobia de la materia orgánica.

El agua tratada es infiltrada hacia el terreno aledaño mediante una zanja de infiltración o pozo de absorción según tipo de terreno y zona.

## **3.2 MÉTODOS**

### **3.2.1 Tipo de Investigación**

**De acuerdo al fin que se persigue o Según su propósito**

*Es aplicada*, porque se fundamenta en la aplicación de conocimientos previos, con resultados que fueron aplicados en la realidad.

**Según el nivel de conocimiento**

*Investigación descriptiva*; porque da a conocer el funcionamiento del sistema de reciclaje o reuso de las aguas grises.

Se investigó y determinó las características más representativas de las variables.

#### **De acuerdo a la Metodología para demostrar la hipótesis**

*Investigación no experimental*; los estudios no experimentales no pueden establecer ni probar una relación causal directa entre dos variables o dos elementos.

#### **De acuerdo a los tipos de datos analizados**

*Investigación cuantitativa*; esto se debe a que los números proporcionan una mejor perspectiva a la hora de tomar decisiones importantes.

### **3.2.2 Diseño de contrastación de la hipótesis**

#### **Diseño no experimental**

Un estudio no experimental es un tipo de estudio en el que las variables del estudio no se controlan ni manipulan. Para realizar la investigación, se observó el fenómeno de interés en su entorno natural para conseguir datos directos para su posterior análisis.

#### **Diseño transversal**

Este tipo de diseño de investigación no experimental es utilizado para observar y registrar los datos en un momento específico y, por su propia naturaleza, único. De esta forma, el análisis que se realiza están enfocado en los efectos de un fenómeno que ocurre en algún momento particular.

La investigación se realizó en tres fases: la revisión bibliográfica acerca del reusó de las aguas grises, estudio de campo para la elaboración de los planos, y, finalmente, el análisis y elaboración de la propuesta.

La primera etapa consistió en la revisión bibliográfica. Esto nos proporcionó la base conceptual y procedimental de la investigación. Los temas desarrollados fueron los tipos de sistemas de abastecimiento de agua, cálculo de dotaciones y sistemas de reusó de aguas grises. Esta revisión abarcó libros, tesis y artículos de revistas nacionales e internacionales.

La segunda etapa consistió en una investigación de campo dentro de la Institución Educativa Erasmo Roca, para obtener su población estudiantil, elaborar los planos requeridos y establecer el funcionamiento de su sistema de agua potable; identificando los indicadores de esta variable. En esta etapa también se recolectó recibos de servicio de agua potable de la Institución Educativa.

Finalmente, en la tercera etapa, con la información recolectada y en base al marco teórico, se definió la metodología y análisis de datos con lo cual se elaboraron los resultados.

### **3.2.3 Nivel de Investigación**

Según Ríos (2005) como se citó en Charaja (2009), el nivel de la investigación descriptiva fue: *Simple o elemental*

Porque, se analizó el problema de estudio para encontrar la explicación y elaborar una propuesta de reuso de aguas grises.

### **3.2.4 Población Muestral**

Institución Educativa Erasmo Roca.

### **3.2.5 Variables y Operacionalización**

#### **3.2.5.1 Definición de variables**

*Variable Independiente: Institución Educativa Erasmo Roca*

Las instituciones son organismos que cumplen con una función de interés público. Por lo tanto, las instituciones educativas son todos los bienes promovidos por las autoridades públicas o particulares, con el objetivo de ofrecer educación infantil, básica y media superior.

*Variable dependiente: Sistema de saneamiento de aguas grises*

Proceso cíclico en el cual se vuelva a dar uso al recurso hídrico mediante algún tipo de sistema cerrado, que se da dentro de alguna propiedad, de la persona que efectúa dicha actividad, disponiendo así disminuir el vertimiento de agua a la red de desagüe público.

### 3.2.5.2 Operacionalización de variables

*Variable Independiente: Institución Educativa Erasmo Roca*

Se determinará la población estudiantil en base a los datos históricos de alumnos matriculados

*Variable dependiente: Sistema de saneamiento de aguas grises*

Se realizó un diseño basado en las normas del RNE IS 010, OS 050 y OS 070, asumiendo un sistema de instalaciones sanitarias de las aguas grises para el bloque 3C

### 3.2.5.3 Indicadores

*Variable Independiente: Institución Educativa Erasmo Roca*

Población

Tipo de usuarios

Área del terreno

Ambientes

*Variable dependiente: Sistema de saneamiento de aguas grises*

Dotación

Caudal

Pendientes

Velocidad

Cámaras de inspección

Almacenamiento

## 3.2.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### a) Técnicas:

*Para recolectar datos*

Se empleó la técnica de la observación y las estadísticas en la Institución Educativa Erasmo Roca.

*Para procesar datos*

Se empleó Técnicas documentales, revisando información existente referente a la Institución Educativa Erasmo Roca.

#### b) Instrumentos

Los instrumentos para recolectar datos de la población, fueron los Registros de las matrículas de los alumnos y el Parte Diario de asistencia del personal administrativo y docente.

### **3.2.7 Procedimiento de la recolección de datos**

Se Inició recolectando información referente a la población de la Institución Educativa, en base a los archivos de alumnos matriculados y planilla de personal.

Luego se procedió a evaluar el estado del sistema actual de redes.

En base a la información bibliográfica y la aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones se determinó las unidades de descarga de la Institución Educativa.

Luego se procedió a Elaborar una Propuesta del sistema a realizarse de reúso de aguas grises.

### **3.2.8 Procesamiento y análisis de datos**

Mediante el AutoCAD 2016, se elaboraron los planos del proyecto, basándose en los parámetros que proporciona el Reglamento Nacional de Edificaciones.

El Microsoft Excel 2016 permitió realizar los cálculos correspondientes de la investigación y con el Microsoft Word 2016, se redactó el informe de la tesis.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1 RESULTADOS

###### 4.1.1 Cálculo de la dotación

La instalación educativa tiene suficiente almacenamiento para acomodar un consumo por día. Para el sistema indirecto, la capacidad se da en un tanque y tinaco de acuerdo con los códigos de construcción nacionales y la norma ISO.10.

**Tabla N° 18**

Suministro de agua para establecimientos educativos y residencias estudiantiles

<b>Tipo</b>	<b>Asignación al día/persona</b>
Alumnado / personal no residente	50 litros
Alumnado /personal residente	50 litros

**Fuente:** *Reglamento nacional de Edificaciones*

**Tabla N° 19**

Abastecimiento de agua para zonas verdes

<b>Tipo</b>	<b>Dotación diaria</b>
jardines	2 L/día/m <sup>2</sup>

**Fuente:** *Reglamento nacional de Edificaciones*

**Tabla N° 20**

Requerimiento de agua potable en el establecimiento educativo

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad de Alumnado/Personal</b>	<b>Dotación diaria</b>	<b>Dotación Parcial</b>
Alumnos	382	50	19,100
Docentes	11	50	550
Personal Administrativo	2	50	100
Personal de Servicio	2	50	100
<b>TOTAL</b>			<b>19,850</b>

**Tabla N° 21**

Requerimiento de agua fría para áreas verdes

Descripción	Área (m2)	Dotación /diaria/m2	Dotación Parcial
Césped interno	27.00	2	54
Césped interno	72.00	2	144
Césped interno	192.00	2	384
Césped interno	42.00	2	84
Césped exterior	73.20	2	146.4
Césped exterior	73.20	2	146.4
Césped exterior	160.00	2	320
<b>TOTAL</b>			<b>1,278.8</b>

**Tabla N° 22**

Requerimiento diario total de agua

Descripción	Dotación
Edificio educativo	19,850
Césped interno y externo	1,278.8
<b>TOTAL</b>	<b>21,128.8</b>

#### 4.1.2 Diseño de los componentes hidráulicos

##### 4.1.2.1 Cálculo del consumo diario ( $Q_d$ ):

*Determinación de Capacidad de tanque ( $V_C$ ) y Tinaco ( $V_T$ ):*

Ahora calculemos las capacidades totales de los tanques de superficie para el consumo diario de la institución educativa Erasmo Roca:

$$C_c = \frac{3}{4} \text{ Consumido todos los días.}$$

$$V_T = \frac{1}{3} \text{ Consumido todos los días.}$$

Entonces:

*Capacidad de cisterna*

$$C_c = 0.75 \text{ consumido todos los días}$$

$$C_c = 0.75 \times 21,128.8$$

$$C_c = 15,846.60 \text{ litros}$$

*Volumen en tinaco*

$$V_t = \frac{1}{3} \times 21,128.80$$

$$V_t = 7,042.93 \text{ litros}$$

#### 4.1.2.2 Caudal de demanda a máxima capacidad ( $q_{mds}$ )

**Tabla N° 23**

Cálculo el flujo de la demanda máxima simultanea de áreas administrativos - SS.HH.  
SECRETARIO

<b>Equipamiento</b>	<b>Unid</b>	<b>U.G.</b>	<b>U.H. - parcial</b>
Retrete	2	3	6
Lavabo	2	2	4
Lavadero	-	-	-

**Tabla N° 24**

Cálculo del flujo de la demanda máxima simultanea de áreas administrativos - SS.HH.  
DIRECCION

<b>Equipamiento</b>	<b>Unid</b>	<b>U.G.</b>	<b>U.H. - parcial</b>
Retrete	1	3	3
Lavabo	1	2	2

**Tabla N° 25**

Cálculo del flujo de la demanda máxima simultanea de área estudiantil - SS.HH.  
MUJERES N°01

<b>Equipamiento</b>	<b>Cant</b>	<b>U.G.</b>	<b>U.H. - parcial</b>
Retrete	6	3	18
Lavabo	6	2	12

**Tabla N° 26**

Cálculo del flujo de la demanda máxima simultanea de área estudiantil - SS.HH.  
MUJERES N°02

<b>Equipamiento</b>	<b>Cant.</b>	<b>U.G.</b>	<b>U.H. - parcial</b>
Retrete	5	3	15
Lavabo	5	2	10
Lavadero	7	3	21

**Tabla N° 27**

Cálculo del flujo de la demanda máxima simultanea de área estudiantil - SS.HH.

VARONES N° 01

<b>Equipamiento</b>	<b>Cant</b>	<b>U.G.</b>	<b>U.H. - parcial</b>
Retrete	6	3	18
Lavabo	3	2	12
Urinario	4	5	20

**Tabla N° 28**

Cálculo del flujo de la demanda máxima simultanea de área estudiantil - SS.HH.

VARONES N° 02

<b>Equipamiento</b>	<b>Cant</b>	<b>U.G.</b>	<b>U.H. - parcial</b>
Retrete	5	3	15
Lavabo	5	2	10
Urinario	-	-	-

**Tabla N° 29**

Cálculo del flujo de la demanda máxima simultanea de ingreso

<b>Equipamiento</b>	<b>Cant</b>	<b>U.G.</b>	<b>U.H. - parcial</b>
Lavabo	6	3	18

Total = 174 UH

Qmds = 2.25 l/s

**4.1.3 Requerimiento del agua potable para el establecimiento educativo****Tabla N° 30**

Requerimiento de agua en establecimiento educativo

	<b>Dotación media per cápita L/hab/día</b>	<b>Dotación RNE</b>	<b>Área verde</b>	<b>Alumnado /personal</b>	<b>Consumo Total l/día</b>
Teoría		50		397	19,850
Cálculo	25.828			397	10,253.72
	2		639.40		1,278.8
					<b>11,532.52</b>

#### 4.1.3.1 Descripción y estructura para la reutilización de aguas recicladas

En la instalación de reciclaje en el establecimiento educativo Erasmo Roca, se propone separar las aguas residuales para filtrarlas y almacenarlas independientemente del agua potable en una cisterna y un tanque elevado y luego distribuirlas a las instalaciones sanitarias de los inodoros. Asumiendo el número de estudiantes y personal no administrativo, analizamos la densidad prevista en una institución educativa.

**Tabla N°31**

Consumo de agua gris por alumnado/personal no residente: mínima, media y máxima

Datos de Institución	Consumo de aguas grises l/hab/día		
397	consumo mínimo	consumo medio	consumo máximo
alumnos/personal	5,387.29	8,503.74	12,247.45

**Tabla N° 32**

Consumo de aguas grises en el establecimiento educativo, incluyendo las cantidades mínima, media y máxima

Cantidad total de aguas grises producidas institucionalmente		
Mínima	Media	Máxima
5,387.29 l/d	8,503.74 l/d	12,247.45 l/d
5.38 M <sup>3</sup> /d	8.50 M <sup>3</sup> /d	12.45 M <sup>3</sup> /d
0.062 litros/seg	0.098 litros/seg	0.144 litros/seg

**Tabla N° 33**

Acumulación medio de aguas grises

Equipamiento	l /día	l/día
Lavabo	13.57	5,387.29
Urinario	7.85	3,116.45
Lavadero	9.43	3,743.71
<b>Total, producido</b>		<b>12,247.45</b>

#### 4.1.3.2 Sistema de distribución del esquema de tratamiento de aguas grises

**Tabla N° 34**

Flujo máximo de demanda simultanea

Designación	Cant.	U.G	U.H parcial
SS.HH. VARONES N° 01			
Retrete	6	3	18
SS.HH. VARONES N° 02			
Retrete	5	3	15
SS.HH. MUJERES N° 01			
Retrete	6	3	18
SS.HH. MUJERES N° 02			
Retrete	5	3	15
SS.HH. ADMINISTRATIVO - SECRETARIAS			
Retrete	2	3	6
SS.HH. ADMINISTRATIVO – DIRECCION			
Retrete	1	3	3
			Total = 75 UH
			$Q_{mds} = 1.411/s$

#### 4.1.3.3 Suministro de aguas residuales

La necesidad de agua para beber es de 174 UH frente a 75 UH de agua para no beber:

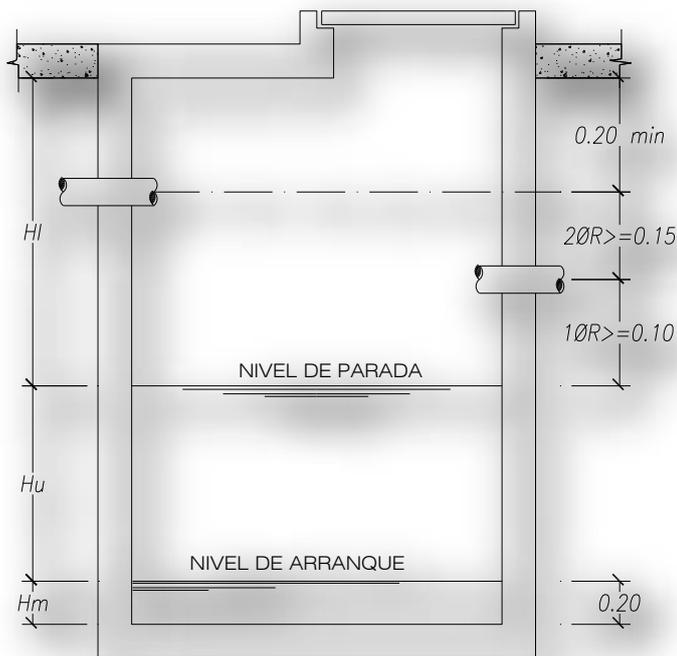
USO SALUDABLE	174 UH = 69.6 %
NO SE USA PARA BEBER	75 UH = 30.4 %

**Tabla N°35**

Comparando la oferta y la demanda de Agua

Oferta	Demanda
Uso a diario: 21,128.80 litros/diario	Uso a diario: 21,128.80 litros/diario
$Cd=21,128.80 \times 0.696$	$Cd=21,128.80 \times 0.304$
$Ud = 14,705.64$ litros /diario	$Ud = 7,042.93$ litros /diario

## Cálculo de la capacidad de la cisterna y tinaco



**Figura N° 12** Esquema del Tanque cisterna

### Capacidad del tanque cisterna ( $C_c$ )

$$C_c = 0.75 \text{ consumo diario}$$

$$C_c = 0.75 \times 14,705.64$$

$$C_c = 11,029.23 \text{ litros}$$

### Corriente de flujo

$$Q_{LL} = C_c / (T_{LL} * 3600)$$

$$Q_{LL} = 3.06 \text{ litros / seg}$$

### Cálculo de las medidas del tanque

$$H_u = 1.80 \text{ m}$$

$$H_l = 0.35 \text{ m}$$

$$A = 2.60 \text{ m}$$

$$B = 3.00 \text{ m}$$

### Altura Libre

$$H_{\text{libre}}: (\Phi \text{ diámetro de rebose o } 0.10 \text{ m}) + (2 \Phi \text{ rebose o } 0.15 \text{ m})$$

$$H_{\text{libre}}: 0.35 \text{ m}$$

### CAUDAL DE BOMBEO ( $Q_B$ )

$$Q_B = Q_{\text{mds}} + (V_{\text{te}} / T_{\text{LLENADO}})$$

$$Q_B = 2.79 \text{ l/s}$$

Datos:

Tiempo de llenado = 1 hora

$V_{\text{te}} = 5,000$  litros

### Tabla N° 36

Variaciones de caudal y diámetro de la tubería de impulsión

Volumen del depósito	Diámetro del tubo de rebose
0.50	20 (3/4")
1.00	25 (1")
1.60	32 (1 1/4")
3.00	40 (1 1/2")
5.00	50 (2")
8.00	65 (2 1/2")
15.00	75 (3")
25.00	100 (4")

**Fuente:** Reglamento nacional de edificaciones

El flujo de bombeo ( $Q_B$ ) se obtiene y se usa para determinarlo:

Impulsión: 1-1/4" (32 mm)

Succión: 1-1/2" (40 mm)

Aplicación de la fórmula de Bresse al diámetro para confirmarlo

$$D = 0.5873^{(N^{0.25})^{(Qb^{0.5})}}$$

Donde:

$$Q_B: 2.79 \text{ l/s} = 0.00279 \text{ m}^3$$

N: cantidad de tiempo dedicado al bombeo      2 horas

$$D = 0.5873^{(1^{0.25})^{(0.00171^{0.5})}}$$

$$D = 0.031 \text{ m}$$

$$D = 31 \text{ mm}$$

#### 4.1.3.4 Cálculo del equipo de bombeo

Potencia

$$Pot = Qb \times Hdt / 75 n$$

Altura dinámica total

$$Hdt = hs + ht + hfs + hfd + Pmin$$

**Tabla N° 37**

Cálculo de Longitud equivalente de accesorios

Unid	Accesorio	Φ (m)	Φ (pulg)	L. equiv. (m)
1.00	Canastilla	0.03175	1 1/2"	23.7
2.00	Codo 90°	0.03175	1 1/2"	6.40
<b>Total</b>				30.10

Longitud real = 5.00 m

C = 100

Q<sub>B</sub> = 2.79 litros /seg

$$S = \left( \frac{Q}{0.2785 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

S = 0.042

$hfs = Ss \times (Lreal + L\ equivalente)$

$hfs = 0.042 \times (5.00 + 18.720)$

$hfs = 0.996\ m$

**Tabla N° 38**

Cálculo de la pérdida de carga por Impulsión

Unid	Accesorio	Φ (pulg)	Long. equiv. (m)
1.00	Tee	1 1/4"	1.50
1.00	Check	1 1/4"	4.80
1.00	Compuerta	1 1/4"	0.40
4.00	Codo 90°	1 1/4"	8.0
<b>Total</b>			14.70

Longitud real = 14.70 m

$Q_B = 2.92 \text{ l/s}$

$$S = \left( \frac{Q}{0.2785 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$S = 0.121$

$h_{fs} = Ss \times (L_{real} + L_{equivalente})$

$h_{fs} = 0.121 \times (15.00 + 11.841)$

**$h_{fs} = 3.247 \text{ m}$**

donde:

$h_s$ : 1.85 m

$h_t$ : 9.16 m

$h_{fs}$ : 2.50 m

$h_{fd}$ : 3.247 m

$P_{min}$ : 2.00 m

$Hdt = h_s + h_t + h_{fd} + P_{min}$

$Hdt = 26.257 \text{ m}$

*Potencia de la bomba*

$$Pot = Qb \times Hdt / 75 \eta$$

$$Pot = 2.92 \times 26.257 / (75 \times 0.6)$$

$$Pot = 1.70 \text{ HP} \cong 2 \text{ HP}$$

Usaremos la electrobomba de 2.0 HP

#### 4.1.3.5 Capacidad del tanque elevado

$$Vte = \frac{1}{3} \text{ Consumo Diario}$$

$$Vte = \frac{1}{3} \times 14,112.37 \text{ lts}$$

$$Vte = 4,704.12 \text{ lts}$$

Dado que no existen en el mercado depósitos de 4,704 litros, se utilizan dos (02) depósitos de polietileno de alto nivel de 2,50 m<sup>3</sup>.

#### **4.1.4 Sistemas de recogida de aguas residuales**

Según el NTP 399.012, el sistema de drenaje se divide en laminaciones de aguas grises y aguas negras. Se selecciona verde con negro para agua negra o verde con gris para agua gris, así como etiquetas que indiquen la dirección del flujo y/o descripciones que indiquen elementos que contengan agua gris, por ejemplo:

La tubería de PVC es asequible, fácil de instalar y está hecha específicamente para recolectar aguas residuales. La distancia entre las tuberías debe tener una separación de al menos 0,20 m para evitar la condensación, se recomienda colocarlos más cerca unos de otros y aislarlos mejor de las tuberías de agua caliente. Los accesorios de plomería, tanques o partes de un sistema de plomería que contienen dispositivos que descargan agua en el sistema de alcantarillado de un edificio lo hacen indirectamente.

##### *Elementos*

Este sistema de alcantarillado debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Eliminar las aguas residuales rápidamente
- Evitar que el aire, los olores y los patógenos entren en las tuberías.

La red abastece los siguientes puntos: cisterna de inodoro, fregaderos y riego de áreas verdes. Esta agua tratada puede ser convenientemente utilizada para actividades que no requieran calidad de agua potable.

##### **4.1.4.1 Elementos de diseño**

Las tuberías están reguladas por RNE, se tiene en cuenta lo siguiente:

La línea de agua tratada se fija al edificio. Las tensiones secundarias se evitan mediante la fijación al edificio. También habrá medidores de consumo a la salida del edificio, lo que permitirá un mejor control de la cantidad de agua tratada. El tanque cisterna que almacene el agua tratada estará equipado con controles de nivel que cambiarán automáticamente entre baja y alta capacidad.

En caso de producción insuficiente de agua depurada, el agua potable se suministra a través de una tubería, que no entra en contacto con el agua depurada hasta que se obtiene una cantidad suficiente de agua

#### 4.1.4.2 Diseño del sistema de tratamiento de aguas grises

Las aguas residuales se recolectan a través de un sistema de drenaje hecho de tuberías de PVC a un separador de grasas donde se eliminan las grasas y la espuma que probablemente formarán crema para prepararlas para su reutilización. Después de eso, las aguas residuales viajan a través de un paquete de grava para eliminar la pelusa y otros desechos que pueden cubrir y obstruir las rejillas fijas.

Se puede construir con un sistema de recolección de aguas residuales para retretes y lavabos que están completamente separada de la red de alcantarillado, y luego se puede limpiar en un sifón antes de pasar por un paquete de grava.

##### a. Trampa de grasa

*Análisis de flujo de diseño*

**Tabla N° 39**

Determinación del caudal máximo de demanda simultanea

Aparato	Unid	UH	UH - parcial
Lavadero	13	3	39
Lavabos	22	2	44
Urinario	4	5	20

$$Q = 139 X \sqrt{\sum p}$$

$$Q = 3.05 \text{ l/s}$$

##### b. Cálculo de volumen

El cálculo se basa en un tiempo de espera de 10,800 segundos.

$$V = 3 \text{ min} \times 60 \text{ seg/min} \times 3.05 \text{ litros /seg} \times 1.00 \text{ m}^3/1000 \text{ litros}$$

$$V = 0.549 \text{ m}^3$$

En función de la corriente, se requiere un tiempo de mantenimiento de 3 minutos, lo que da como resultado de 1,10m de alto, 2,10m de largo y 0,95m de ancho. Se tienen en cuenta las dimensiones mínimas, que corresponden a la información dada en las especificaciones.

Al realizar el mantenimiento la trampa de grasa con regularidad; Evite la acumulación de grasa o residuos que queden en el mismo y deseche cualquier residuo en la basura para su posterior eliminación. No se recomienda tirar el dispositivo al alcantarillado, ya que esto puede provocar bloqueos.

### c. Filtro de gravas

Las pilas de arena fina (sílice), arena gruesa y piedras se combinan para hacer paquetes de grava, que se utilizan para la investigación. Son los encargados de recoger las partículas que se hayan podido filtrar del recogedor de hierba y filtrarlas. También tiene un tubo de ventilación.

#### Medidas

Las medidas tienen en cuenta el ancho y la profundidad de trampa de grasa se obtiene un perfil cuadrado.

Altura total	Ha	1.10m
Largo	L	2.10m
Ancho	A	0.95m

### 4.1.5 Tratamiento de aguas grises y ahorro de costes del sistema convencional

*En la institución educativa, el agua potable es costosa (al no existir un sistema de reciclaje)*

La empresa prestadora SEDACHIMBOTE S.A posee una estructura tarifaria como se muestra en la figura, el cual incluye tarifas S/. 2.5243/m<sup>3</sup> de agua y S/. 1.0398/m<sup>3</sup> para alcantarilla.



**EPS SEDACHIMBOTE S.A.**  
EMPRESA DE SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL SANTA, CASMA Y HUARMEY S.A.

**ESTRUCTURA TARIFARIA Y CUADRO DE ASIGNACIONES DE CONSUMO CHIMBOTE, CASMA Y HUARMEY**  
RESOLUCION DE CONSEJO DIRECTIVO N° 007-2017-SUNASS-CD-120  
(REAJUSTE DE TARIFA DE 4.07% POR VARIACION DEL IPM)

1.- CARGO FIJO: S/ 2.88  
2.- CARGO POR VOLUMEN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

CLASE	ASIGNACION DE CONSUMO M <sup>3</sup> / MES	RANGOS DE CONSUMO M <sup>3</sup> / MES	TARIFAS S. / M <sup>3</sup>			
			CHIMBOTE		CASMA / HUARMEY	
			Agua	Alcantarillado	Agua	Alcantarillado
<b>RESIDENCIAL</b>						
SOCIAL	10	0 a más	0.5933	0.2449	0.3836	0.1987
DOMESTICA	20	0 a 6	1.0169	0.4190	0.4540	0.2347
		9 a 20	1.2444	0.5126	0.5892	0.3049
		21 a más	2.5243	1.0398	1.2404	0.6402
<b>NO RESIDENCIAL</b>						
COMERCIAL	25	0 a 30	2.5243	1.0398	1.5659	0.8099
		31 a más	5.3946	2.2235	2.9458	1.5218
INDUSTRIAL	100	0 a más	5.3946	2.2235	2.9320	1.5149
ESTATAL	60	0 a más	2.5243	1.0398	1.2127	0.6264

Nota : Las tarifas no incluyen IGV

**Figura N° 13** Estructura tarifaria y cuadro de asignaciones de consumo - Seda Chimbote  
Fuente: SEDACHIMBOTE

En la

**Tabla N° 40** se muestra el cálculo del consumo de agua que tendrá la instalación en base a la cantidad calculada sin infraestructura de reciclaje:

**Tabla N° 40**

Costo de la tarifa de agua y desagüe

El consumo total del edificio	Tarifa del agua S/m3	Tarifa del desagüe S/m3	Cargo fijo	Impuesto IGV	Total, consumido m <sup>3</sup> /día	Total, consumido m <sup>3</sup> /mes
11,532.52 l/día						
11.53 m <sup>3</sup> /día	2.524	1.039	2.83	0.18	11.53	345.90

**Tabla N° 41**

Tarifa del agua en establecimientos educativos

Costo consumo en el edificio educativo	Tarifas	S/. 873.05	S/. 359.39	S/. 2.83	S/. 222.35
	Total, del mes	S/. 1,457.62			

La estructura de remuneraciones de SEDACHIMBOTE S.A. Categoría de edificio educativo: no residencial, clase estatal, rango de flujo: de 0 a más de m<sup>3</sup> / mes.

En la Tabla N° 41 se observa los costos asociados con el uso del agua per cápita es de S/. 1457.62 soles por mes en el edificio educativo.

#### **4.1.6 Gastos de agua potable en la institución educativa (utilizando el sistema de reciclaje)**

Se utiliza una reserva media estimada para determinar cuánta agua se podría ahorrar.

**Tabla N°42**

Asignaciones de agua gris y potable

Descripción		Dotación en el establecimiento educativo edificio l/día
Agua potable	Dotación promedio	11,532.52
Agua Gris	consumo mínimo	5,387.29
	consumo medio	8,503.74
	consumo máximo	12,247.45

**Tabla N° 43**

Variación de la facturación en los servicios

Descripción	Dotación en la institución		Facturación
	M3/día	M3/mes	
Agua potable	11.53	345.90	S/. 1,457.62
Agua gris	8.50	255.0	S/. 1,075.00
Nueva dotación ahorrando	3.03	90.9	S/. 382.62

## 4.2 DISCUSIÓN

Herrera, H. & García, P. (2021) en su investigación “*Diseño de un Prototipo para la Reutilización de Aguas Grises en Viviendas*”; propone un prototipo para reutilizar las aguas grises mediante un sistema directo, del lavatorio al inodoro; en ésta investigación se utilizó un sistema con tanques de almacenamiento y equipo de bombeo.

Meléndez, P., Espinosa, E., Loayza, J., Zamudio, R., & Yáñez, M. (2022) según su artículo *Diseño de un Sistema de Tratamiento de Aguas Grises Claras para reuso como agua de riego*, realizaron la recolección, cuantificación, caracterización y tratamiento de las aguas grises, para un caudal promedio de 26.12 L/h (en la presente tesis la población estudiantil es mucho menor por lo cual la propuesta fue realizada para un caudal de 2.25 l/s.

Zapata, J. (2018) en su investigación, *Eficiencia de un sistema de tratamiento de aguas grises para su reutilización en el regado de áreas verdes en la I.E. N°15509 – Talara – Piura*, determinaron una reducción en los costos de 700.00 soles al implementar el sistema de tratamiento de aguas grises para su reutilización en el regado de áreas verdes mientras que en la presente investigación se logró una reducción de S/. 382.62 soles mensual, monto menor debido al consumo del servicio.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

La Institución Educativa Erasmo Roca, cuenta con una población de más de 110 personas entre estudiantes, docentes y personal administrativo.

Se determinó la dotación equivalente a 21128.8 litros por día, mediante el método de Hunter se determinó el  $Q_{m\acute{d}s} = 2.25$  l/s. La Institución educativa requiere 174 UH de agua potable frente a 75 UH de agua para no potable.

Se realizó el diseño de un sistema de riego de áreas verdes para la institución educativa Erasmo Roca mediante el reuso de aguas grises. El sistema consta de un tanque de almacenamiento de aguas grises 11,029 litros (Ancho 2.60m, largo 3.00m y 2.15m de alto), un equipo de bombeo de 2HP, tubería succión PVC de 1 ½", tubería de Impulsión PVC 1 ¼" y tanque elevado de polietileno 2.50m<sup>3</sup> de capacidad. También cuenta con trampa de grasas y filtro de gravas

Se determinó una reducción del costo del servicio de agua potable de S/. 1,457.62 soles a S/. 1,075.00 soles por mes. Es decir, una reducción de S/. 382.62 soles por mes, lo cual, en 20 años representará 91,828.80 soles.

La reutilización de agua supondrá el 26,25% del importe total; Estos datos son importantes tanto para la gestión del agua como para la parte económica de la institución educativa.

### **5.2 RECOMENDACIONES**

El sistema de reciclaje de aguas residuales en una escuela tiene un efecto positivo constante en el medio ambiente porque conserva el agua y contribuye a la protección del medio ambiente.

Dado que es más práctico invertir en un sistema de tratamiento de aguas residuales para toda una institución educativa, es recomendable educar y concientizar sobre los diversos beneficios económicos y sociales a corto y largo plazo para reducir costos.

A pesar de la falta de un sistema de tratamiento de aguas residuales en este sistema, se recomienda que futuras investigaciones evalúen la calidad de las aguas residuales para diseñar un sistema de tratamiento que pueda ajustarse de acuerdo con el tamaño del sistema y los requisitos de cobertura de aguas residuales.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

AGUAS GRISES: DEFINICIÓN Y TRATAMIENTO - TÉRMINOS Y DEFINICIONES.  
(s.f.). TÉRMINOS Y DEFINICIONES.  
<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/aguas-grises-definicion-y-tratamiento/>

Allen, L. (2015). Manual de diseño para manejo de aguas grises para riego exterior (2a ed.). Greywater Action.

Anaya Meléndez, F., Espinosa Descalzo, E. N., Loayza Pérez, J. E., Zamudio Castillo, R. A., & Yáñez López, M. A. (2022). DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES CLARAS PARA REUSO COMO AGUA DE REGADIO. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 88(1), 52–62.  
<https://doi.org/10.37761/rsqp.v88i1.375>

Aparatos sanitarios y griferías; tipos y características. (s.f.). Autopromotores.  
<https://www.autopromotores.com/sanitarios-y-griferias/>

Asociación de empresas del Sector Agua (2018), aguas grises: origen, composición y tecnologías para su reciclaje.

Azabache, Y., Rojas, K., Irigoín, S., Rodríguez, R., & Quispe, B. (2020). Proposal for a hydraulic system for reusing gray water that would reduce drinking water consumption in family homes. *Manglar*, 17(2), 169–176.  
<https://doi.org/10.17268/manglar.2020.026>

Daives, S. C., Garzón, B. S., Paterlini, L., Correa, N. L., & Sacur, G. L. (2019). Reutilización de aguas grises mediante sistema tecnológico alternativo: evaluación bacteriológica de las mismas. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, 5, 410. <https://doi.org/10.30972/eitt.503777>

Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG, Decreto Supremo

n.º 012-2018-MINAGRI (2018, 10 de noviembre) (Perú). Diario Oficial El Peruano. <http://epdoc2.elperuano.pe/EpPo/DescargaINDA.asp?Referencias=NDNZQIICWUJZQjIXOVc5V1hDOVdZQkxIVE1fX1VOVU45VzIXOVdXVjIX>

Feitosa Filho. J.C. Dimensionamiento, construcción e características hidráulicas de un inyector tipo Venturi para uso no químico.

Garzón, B., Paterlini, L., & Giuliano, G. (2021). Vinculación y transferencia de sistema tecnológico para la reutilización de aguas grises. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, 7, 241. <https://doi.org/10.30972/eitt.704780>

Herrera Novoa, Harold Andres García Rodríguez, Paula Andrea. (2021). Diseño de un Prototipo para la Reutilización de Aguas Grises en Viviendas [Universidad Católica De Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/8daa882f-8ac9-4c27-9214-bce63c80fa94/content>

Madueño Valdez, L. F., Meza Pinedo, M., & Rashta Maguiña, C. A. (2018). TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUAS GRISES MEDIANTE UN FILTRO LENTO DE ARENA. *Revista TECNICA*, 28(1). <https://doi.org/10.21754/tecnia.v28i1.190>

Manotupa, D. L. F., & Muriel, O. J. G. (2018). Propuesta elaboración de una guía para el proceso de diseño en proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales en el Perú [Bachelor's thesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <http://hdl.handle.net/10757/623193>

Miñope, C. P. E. (2019). Propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales para su re-utilización y reducción de costos sobre el consumo de agua en Agroindustria Quicornac SAC [Bachelor's thesis, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2676>

Montes, M. S. (2017, marzo 21). Las aguas residuales en Perú, realidad al 2017. iAgua. <https://www.iagua.es/blogs/maria-sanchez-montes/aguas-residuales-peru-costo-improvisacion>

Perú, O. d. E. y. F. A. (2013). El nuevo enfoque de la fiscalización ambiental. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental -OEFA.

¿Qué es un tanque de almacenamiento de agua? - Rotoplas Agroindustria. (s.f.). Rotoplas Agroindustria. <https://rotoplas.com.ar/agroindustria/que-es-un-tanque-de-almacenamiento-de-agua/>

Ramos López, P.J. Implementación de una planta de tratamiento de aguas servidas en la localidad de huaca III etapa en el distrito de santa, basada en el diseño hidráulico

Ríos, G. (2005). Investigación científica. Nuevo Mundo.

Rosales, J. A. Z. (2018). Eficiencia de un sistema de tratamiento de aguas grises para su reutilización en el regado de áreas verdes en la I.E. N°15509- Talara - Piura [Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/32322>

(S/f). Gob.pe. Recuperado el 28 de agosto de 2023, de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1760/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1760/libro.pdf)

TIPOS DE TUBERÍAS SEGÚN EL TIPO DE INSTALACIÓN | Integración de las TIC's en el Taller de Instalaciones. (s.f.). Blogsaverroses. <https://blogsaverroses.juntadeandalucia.es/conectandoima/2020/01/24/tipos-de-tuberias-segun-el-tipo-de-instalacion/>

Torre García, A. (2018). Diseño y análisis ambiental de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Huaraz [Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/13033>

## **VII. ANEXOS**

**ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<i><b>TÍTULO</b></i>	<i><b>Problemas</b></i>	<i><b>Objetivos</b></i>	<i><b>Hipótesis</b></i>	<i><b>Variables</b></i>
“Evaluación del sistema de saneamiento del colegio Erasmo Roca y reuso de aguas grises para reducir consumo de agua, 2021”	¿Cómo es el diseño del sistema de reuso de aguas grises en el colegio Erasmo Roca?	Realizar el diseño del sistema de reuso de aguas grises en el colegio Erasmo Roca	Con el Diseño del sistema de reuso de aguas grises en el colegio Erasmo Roca , se reduce el consumo de agua	Variable Independiente: IE Erasmo Roca  Variable dependiente: <b>Sistema de saneamiento de aguas grises</b>
	¿Cuál sería el diseño del sistema de reuso de aguas grises en una institución educativa?	Diseñar el sistema de reciclado de aguas grises en una vivienda de un conjunto habitacional.	El diseño del sistema de reuso de aguas grises nos brindara la cantidad de agua que se reutiliza.	

**ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN**

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Escalas</b>
Variable Independiente: <b>IE Erasmo Roca</b>	Las instituciones son organismos que cumplen con una función de interés público. Por lo tanto, las instituciones educativas son todos los bienes promovidos por las autoridades públicas o particulares, con el objetivo de ofrecer educación infantil, básica y media superior.	Se determinará la población estudiantil en base a los datos históricos de alumnos matriculados	Demográfica	Población Tipo de usuario	Registro de matrícula Parte de asistencia RNE IS 010	Ordinal
			Infraestructura	Área Ambientes	Planos	
Variable dependiente: <b>Sistema de saneamiento de aguas grises</b>	Proceso cíclico en el cual se vuelva a dar uso al recurso hídrico mediante algún tipo de sistema cerrado, que se da dentro de alguna propiedad, de la persona que efectúa dicha actividad, disponiendo así disminuir el vertimiento de agua a la red de desagüe público. (Díaz y Ramírez, 2016, pag.31)	Se realizó un diseño basado en las normas del RNE IS 010, OS 050 y OS 070, asumiendo un sistema de instalaciones sanitarias de las aguas grises para el bloque 3C	<b>Características hidráulicas</b>	Dotación Caudal Pendientes Velocidad Cámaras de inspección Almacenamiento	Tablas del RNE IS 010, OS 050 OS 070	Ordinal

**ANEXO 03: RELACION DE PERSONAL DOCENTE DE LA IE ERASMO ROCA**

PERÚ Ministerio de Educación		RELACIÓN DE PROFESORES DE LA I.E ERASMO ROCA 2022				PERÚ Ministerio de Educación	
APELLIDOS Y NOMBRES	NIVEL	AREAS A CARGO	DNI	CELULAR	EMAIL	Sexo	
SANTOS ROLDÁN JUDITH NILDA	S	DIRECTORA	32919116	943837705	<a href="mailto:jundisa09@gmail.com">jundisa09@gmail.com</a>	F	
YUPANQUI ACOSTA ARTEMIO	S	Comunicación	32809081	943423188	<a href="mailto:artemioy@hotmail.com">artemioy@hotmail.com</a>	M	
MASS LÓPEZ ESTHER ELIZABETH	S	Docente AIP	32863107	930249926	<a href="mailto:techi.masslopez@hotmail.com">techi.masslopez@hotmail.com</a>	F	
CHÁVEZ LIÑAN ROSA	S	Ciencia y Tecnología	26703754	999331543	<a href="mailto:rosaene19@hotmail.com">rosaene19@hotmail.com</a>	F	
SICCHA CUSTODIO NELLY EUFROCINA	S	Matemática	19664744	998409428	<a href="mailto:nellysiccha@gmail.com">nellysiccha@gmail.com</a>	F	
CASTILLO VALDIVIA LIZBETH	S	DPCC- CC.SS	42481821	928873260	<a href="mailto:lizbeth_201531@outlook.com">lizbeth_201531@outlook.com</a>	F	
VILELA RODRIGUEZ JULIO CESAR	S	ARTE Y CULTURA Y CC.SS	19082343	949798037	<a href="mailto:juliovilela_69@hotmail.com">juliovilela_69@hotmail.com</a> <a href="mailto:litesjuliocesar@gmail.com">litesjuliocesar@gmail.com</a>	M	
SAENZ NORABUENA LEYVIS ANDY	S	Educación para el trabajo	44057277	917819520	<a href="mailto:leyvis_87@hotmail.com">leyvis_87@hotmail.com</a>	M	
FLORES PELAEZ LEONARDO SEGUNDO	S	Inglés	18828786	943660143	<a href="mailto:leoplus506@gmail.com">leoplus506@gmail.com</a>	M	
ROMERO SALDAÑA ANTONIA FLOR	S	Religión	32139531	949001022	<a href="mailto:pahies_3@hotmail.com">pahies_3@hotmail.com</a>	F	
LAIZA GAMBIBI CARLOS EDUARDO	S	Auxiliar de Educación	46173885	935997749	<a href="mailto:laizagambini@gmail.com">laizagambini@gmail.com</a>	M	

La Dirección

## ANEXO 04: DATOS POBLACIÓN ESTUDIANTIL

### NÚMERO DE ALUMNOS, DOCENTES Y DIRECTORES - IE ERASMO ROCA

AÑO		2020	2021	2022
ALUMNOS	1° SECUNDARIA	19	32	11
	2° SECUNDARIA	22	19	26
	3° SECUNDARIA	30	24	19
	4° SECUNDARIA	24	31	20
	5° SECUNDARIA	24	23	25
PROFESORES		09	09	09
AUXILIAR		01	01	01
DIRECTORES		01	01	01
TOTAL		130	140	112

Fuente: Director IE Erasmo Roca

## ANEXO 05: RECIBOS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

### UNIDAD DE GESTION EDUCATIVA LOCAL

Dirección: AV. V.R. HAYA DE LA TORRE /

RUC: 20198130967

Actividad: INSTI. EDUCATIVA ESTATAL

Nº Recibo: S010-10578717

Cod Catastral: 001-001-0021-4900-01

Ruta: 74

Secuencia: 85001

FACTURACION: MAYO-2023

CODIGO: **3514**



DATOS DE SUMINISTRO	DETALLE DE CONSUMO	DETALLE DE IMPORTES FACTURADOS
<b>SERVICIOS PRESTADOS</b> - Servicio: AGUA Y DESAGUE - Unl. Uso: 1 ESTATAL	Promedio de Consumo m <sup>3</sup> : 47 Consumo Fac m <sup>3</sup> 47  Tipo Consumo: PROMEDIO Mes Consumo: ABRIL -2023	Agua Potable 118.64 Desague 48.87 Cargo Fijo 2.83 Igv 30.66 Intereses y Moras 2.06
<b>HORARIO DE SUMINISTRO</b> Abast. 03:30/09:00 y 03:30/07:00	<b>PERIODO DE CONSUMO</b> Fecha Actual: 06/04/2023 Fecha Anterior: 06/03/2023	
	<b>MEDIDOR</b> Número: FC18000868 Fecha Inst.: 27/09/2021	Redondeo Anterior 0.01 Redondeo Actual 0.03
	<b>DUPLICADO</b>	Total Mes S/ 203.10
MENSAJE AL CLIENTE		
cancele su recibo antes de la fecha de vencimiento y evite cargos por Intereses y moras. su pago puntual nos permite mejorar los servicios.		Saldo Deuda 1 Mes(es) S/ 203.00
FECHA DE EMISION	FECHA DE VENCIMIENTO	
01/05/2023	11/05/2023	<b>TOTAL S/ 406.10</b>
Señor usuario, en cumplimiento al inciso "d" de la Única Disposición Complementaria Derogatoria, aprobado con RCD N.º 127-2022-Sunass-CD; se viene cortando los servicios, aquellos usuarios que hayan acumulado dos meses de deuda a más. Le invitamos a apersonarse a nuestros centros de pagos. Evite el corte del servicio.		

ULTIMO DIA DE PAGO	11/05/2023
TARIFA	051 ESTATAL
Nº DE RECIBO	S010-10578717
PROPIETARIO	UNIDAD DE GESTION EDUCATIVA LOCAL
TOTAL A PAGAR	406.1

**UNIDAD DE GESTION EDUCATIVA LOCAL**

Direccion: AV. V.R. HAYA DE LA TORRE /

RUC: 20198130967

Actividad: INSTI. EDUCATIVA ESTATAL

N° Recibo: S010-10578717

Cod Catastral: 001-001-0021-4900-01

Ruta: 74

Secuencias: 85001

FACTURACION: MAYO-2023

CODIGO: **3514**

DATOS DE SUMINISTRO	DETALLE DE CONSUMO	DETALLE DE IMPORTES FACTURADOS
<b>SERVICIOS PRESTADOS</b> - Servicio: AGUA Y DESAGUE - Unl. Uso: 1 ESTATAL	Promedio de Consumo m <sup>3</sup> : 47 Consumo Fac m <sup>3</sup> 47  Tipo Consumo: PROMEDIO Mes Consumo: ABRIL -2023	Agua Potable 118.64 Desague 48.87 Cargo Fijo 2.83 Igv 30.66 Intereses y Moras 2.06
<b>HORARIO DE SUMINISTRO</b> Abast. 03:30/09:00 y 03:30/07:00	<b>PERIODO DE CONSUMO</b> Fecha Actual: 06/04/2023 Fecha Anterior: 06/03/2023  <b>MEDIDOR</b> Número: FC18000868 Fecha Inst.: 27/09/2021  <b>DUPLICADO</b>	Redondeo Anterior 0.01 Redondeo Actual 0.03  Total Mes S/ 203.10
MENSAJE AL CLIENTE		
cancele su recibo antes de la fecha de vencimiento y evite cargos por Intereses y moras. su pago puntual nos permite mejorar los servicios.		Saldo Deuda 1 Mes(es) S/ 203.00
FECHA DE EMISION	FECHA DE VENCIMIENTO	
01/05/2023	11/05/2023	<b>TOTAL S/ 406.10</b>
<b>Señor usuario, en cumplimiento al inciso "d" de la Única Disposición Complementaria Derogatoria, aprobado con RCD N° 127-2022-Sunass-CD; se viene cortando los servicios, aquellos usuarios que hayan acumulado dos meses de deuda a más. Le invitamos a apersonarse a nuestros centros de pagos. Evite el corte del servicio.</b>		
ULTIMO DIA DE PAGO	11/05/2023	
TARIFA	051 ESTATAL	
N° DE RECIBO	S010-10578717	
PROPIETARIO	UNIDAD DE GESTION EDUCATIVA LOCAL	
TOTAL A PAGAR	406.1	

**UNIDAD DE GESTION EDUCATIVA LOCAL**

Direccion: AV. V.R. HAYA DE LA TORRE /

RUC: 20198130967

Actividad: INSTI. EDUCATIVA ESTATAL

N° Recibo: S010-10618475

Cod Catastral: 001-001-0021-4900-01

Ruta: 74

Secuencia: 85001

FACTURACION: JUNIO-2023

CODIGO: **3514**

DATOS DE SUMINISTRO	DETALLE DE CONSUMO	DETALLE DE IMPORTES FACTURADOS
<b>SERVICIOS PRESTADOS</b> - Servicio: AGUA Y DESAGUE - Unl. Uso: 1 ESTATAL	Promedio de Consumo m³: 47 Consumo Fac m³ 47  Tipo Consumo: PROMEDIO Mes Consumo: MAYO -2023	Agua Potable 118.64 Desague 48.87 Cargo Fijo 2.83 Igv 30.66 Intereses y Moras 2.06
<b>HORARIO DE SUMINISTRO</b> Abast. 03:30/09:00 y 03:30/07:00	<b>PERIODO DE CONSUMO</b> Fecha Actual: 06/05/2023 Fecha Anterior: 06/04/2023  <b>MEDIDOR</b> Número: FC18000868 Fecha Inst.: 27/09/2021  <b>DUPLICADO</b>	Redondeo Anterior -0.03 Redondeo Actual -0.03  Total Mes S/ 203.00
MENSAJE AL CLIENTE		
<p><b>cancela su recibo antes de la fecha de vencimiento y evite cargos por Intereses y moras. su pago puntual nos permite mejorar los servicios.</b></p>		Saldo Deuda 1 Mes(es) S/ 203.10
FECHA DE EMISION	FECHA DE VENCIMIENTO	
01/06/2023	12/06/2023	<b>TOTAL S/ 406.10</b>
<p><b>Señor usuario, en cumplimiento al inciso "d" de la Ánica Disposición Complementaria Derogatoria, aprobado con RCD N° 127-2022-Sunass-CD; se viene cortando los servicios, aquellos usuarios que hayan acumulado dos meses de deuda a más. Le invitamos a apersonarse a nuestros centros de pagos. Evite el corte del servicio.</b></p>		

ULTIMO DIA DE PAGO	12/06/2023
TARIFA	051 ESTATAL
N° DE RECIBO	S010-10618475
PROPIETARIO	UNIDAD DE GESTION EDUCATIVA LOCAL
TOTAL A PAGAR	406.1

**UNIDAD DE GESTION EDUCATIVA LOCAL**

Direccion: AV. V.R. HAYA DE LA TORRE /

RUC: 20198130967

Actividad: INSTI. EDUCATIVA ESTATAL

N° Recibo: S010-10658307

Cod Catastral: 001-001-0021-4900-01

Ruta: 74

Secuencia: 85001

FACTURACION: JULIO-2023

CÓDIGO: **3514**

DATOS DE SUMINISTRO	DETALLE DE CONSUMO	DETALLE DE IMPORTES FACTURADOS
<b>SERVICIOS PRESTADOS</b> - Servicio: AGUA Y DESAGUE - Unif. Uso: 1 ESTATAL  <b>HORARIO DE SUMINISTRO</b> Abst. 03:30/09:00 y 03:30/07:00	Promedio de Consumo m <sup>3</sup> : 47 Consumo Fac m <sup>3</sup> : 47  Tipo Consumo: PROMEDIO Mes Consumo: JUNIO -2023  <b>PERIODO DE CONSUMO</b> Fecha Actual: 06/06/2023 Fecha Anterior: 06/05/2023  <b>MEDIDOR</b> Número: FC18000868 Fecha Inst.: 27/09/2021  <b>DUPLICADO</b>	Agua Potable 118.64 Desague 48.87 Cargo Fijo 2.83 Igv 30.66 Intereses y Moras 2.06  Redondeo Anterior 0.03 Redondeo Actual 0.01  Total Mes S/ 203.10
MENSAJE AL CLIENTE		
<b>cancela su recibo antes de la fecha de vencimiento y evite cargos por Intereses y moras. su pago puntual nos permite mejorar los servicios.</b>		Saldo Deuda 1 Mes(es) S/ 203.00
FECHA DE EMISION	FECHA DE VENCIMIENTO	
<b>01/07/2023</b>	<b>11/07/2023</b>	<b>TOTAL S/ 406.10</b>
<b>Señor usuario, en cumplimiento al inciso "d" de la Ánica Disposición Complementaria Derogatoria, aprobado con RCD N.º 127-2022-Sunass-CD; se viene cortando los servicios, aquellos usuarios que hayan acumulado dos meses de deuda a más. Le invitamos a apersonarse a nuestros centros de pagos. Evite el corte del servicio.</b>		

ULTIMO DIA DE PAGO	11/07/2023
TARIFA	051 ESTATAL
N° DE RECIBO	S010-10658307
PROPIETARIO	UNIDAD DE GESTION EDUCATIVA LOCAL
TOTAL A PAGAR	406.1

## ANEXO 06: PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO N° 01: PUERTA DE INGRESO A LA I.E. ERASMO ROCA.

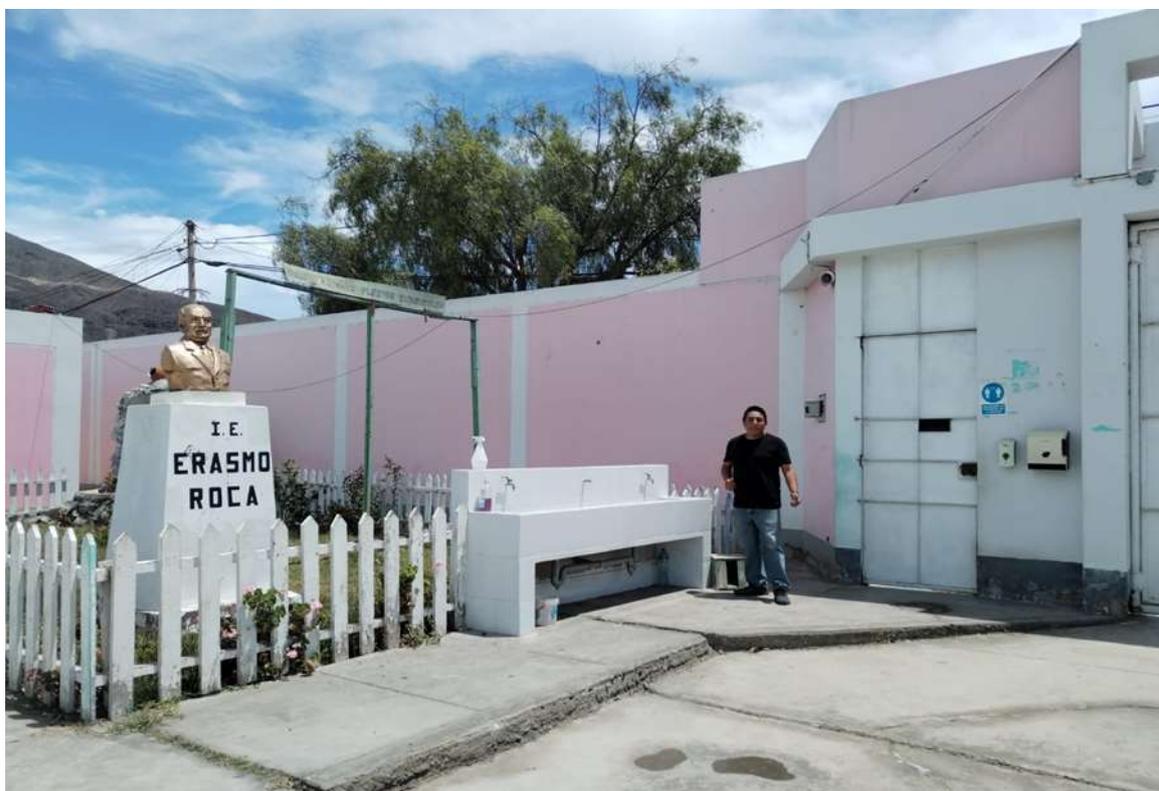


FOTO N° 02: INGRESO A LA I.E. ERASMO ROCA



FOTO N° 03: VISTA PANORÁMICA INTERNA DE LA I.E. ERASMO ROCA



FOTO N° 04: VISTA DEL TANQUE ELEVADO FUNCIONAL



FOTO N° 05: PANARÁMICO DEL TANQUE ELEVADO Y S.S.H.H. FUNCIONALES



FOTO N° 06: VERIFICANDO COMO DISEÑAR EL PROYECTO DEL SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUAS GRISES



FOTO N° 07: VERIFICANDO EL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN S.S.H.H. EN VARONES



FOTO N° 08: REVISANDO EL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN S.S.H.H. EN DAMAS



FOTO N° 09: S.S.H.H. DE VARONES EN BUEN ESTADO, FUNCIONANDO



FOTO N° 10: CHEQUEANDO LA FUNCIONABILIDAD DE LOS S.S.H.H.



FOTO N° 11: ÁREAS VERDES A UN COSTADO DE LOS S.S.H.H. DE LA I.E. ERASMO  
ROCA



FOTO N° 12: ÁREAS VERDES A UN COSTADO DE LAS AULAS



FOTO N° 13: ÁREAS VERDES A UN COSTADO DE LA DIRECCIÓN DE LA I.E.  
ERASMO ROCA



FOTO N° 14: VISITA IN SITU PARA LA ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL DE  
TESIS

## **ANEXO 07: PLANOS**