



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**“Optimización del consumo de agua en Vivienda Multifamiliar
mediante Sistema de Reutilización de Aguas Grises, en Sector
Los Lunas-Ica”.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Sotelo Alfaro, Héctor Jesús (ORCID: 0000-0002-2966-4439)

Sotelo Huaman, Jesús Alejandro (ORCID: 0000-0002-5239-9725)

ASESOR:

Principe Reyes, Roger Alberto (ORCID: 0000-0002-0498-9544)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios por darnos la vida y por todas sus bendiciones que recibimos a diario.

A nuestros familiares por el apoyo brindado, por la orientación que nos brindan de manera constante y desinteresada para así llegar a ser personas de bien.

Agradecimiento

A Dios por todo su infinito amor y comprensión.

A todos nuestros familiares por su apoyo incondicional.

A nuestras amistades y futuros colegas por aportar de manera positiva en nuestra formación personal y profesional.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas	vi
Índice de Figuras	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA	8
3.1. Tipo y diseño de investigación	8
3.2. Variable y operacionalización.....	8
3.3. Población(criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis..	9
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	9
3.5. Procedimientos	10
3.6. Método de análisis de datos	11
3.7. Aspectos éticos.....	11
IV. RESULTADOS.....	12
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES	37
VII. RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS	45
ANEXO 1: Declaratoria de Autenticidad (Autores).....	46
ANEXO 2: Declaratoria de Autenticidad (Asesor).....	47
ANEXO 3: MATRIZ DE OPERACIONALIDAD	48
ANEXO 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	49
ANEXO 5: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	50
ANEXO 6: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	51

ANEXO 7: Pantallazo de Software Turnitin.....	55
ANEXO 8: Plano de Distribución de la Edificación	56
ANEXO 9: Ábaco de pérdida de cargas en Accesorios	57
ANEXO 10: Plano Isométrico de Agua Tratada.....	58

Índice de Tablas

Tabla 1. Datos Recolectados en las Encuestas.....	15
Tabla 2. Consumo de Agua en Aparatos Sanitarios.....	16
Tabla 3. Demanda de Agua Requerida por departamento(SEMANAL Y DIARIA)....	17
Tabla 4. Consumo de Agua Diario por Edificación.....	17
Tabla 5. Unidades de Descarga.....	19
Tabla 6. Total de Unidades de Descarga.....	20
Tabla 7. Diámetro de Montante.....	20
Tabla 8. Unidad de Gasto.....	22
Tabla 9. Unidades Hunter.....	23
Tabla 10. Diámetro de Tubería de Impulsión.....	23
Tabla 11. Estructura Tarifaria de Agua Potable y Alcantarillado.....	34
Tabla 12. Presupuesto inicial del Tratamiento de aguas grises VS ahorro del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado.....	35

Índice de Figuras

Figura 1. Población Mundial Proyectada.....	1
Figura 2. Diagrama de Flujo.....	12
Figura 3. Ubicación del Proyecto.....	13
Figura 4. Plano de Distribución del Departamento de la vivienda multifamiliar...	14
Figura 5. Sistema de Filtración de Carbón Activado.....	21
Figura 6. Diseño de Sistema de Reutilización de Aguas Grises.....	31
Figura 7. Sistema de Reutilización de Aguas Grises en departamento.....	32
Figura 8. Sistema de Reutilización de Aguas Grises en Baño.....	33
Figura 9. Cuarto de Máquinas.....	33

RESUMEN

El agua es un recurso fundamental para el sostenimiento de la vida en el planeta Tierra, es por ello que se debe hacer un uso racional de ella en la medida de lo posible. Es en ese sentido, que, los nuevos proyectos de edificaciones e infraestructura, deben contemplar en el diseño, construcción y operación sistemas que aprovechen al máximo dicho recurso. Actualmente, una práctica llevada a cabo en ciertos países europeos, como, por ejemplo, España y Alemania, solo por citar algunos ejemplos, es la reutilización de las aguas grises, las cuales son aquellas provenientes de las duchas, lavaderos, lavamanos y lavadoras en usos donde no se necesite de agua potable como los inodoros, riego de áreas verdes y limpieza de ambientes. Esta práctica optimiza el uso del agua en edificaciones multifamiliares, en el que se da un segundo uso a las aguas grises luego de un tratamiento físico-químico.

En esa línea, se plantea el presente trabajo de investigación, el cual tiene como objetivo determinar la viabilidad de la reutilización de aguas grises en una vivienda multifamiliar ubicada en el sector Los Lunas-Ica.

Palabras claves: aguas grises, vivienda multifamiliar, reutilización.

ABSTRACT

Water is a fundamental resource for sustaining life on planet Earth, which is why it should be used rationally as far as possible. It is in this sense that new building and infrastructure projects must consider in the design, construction and operation systems that make the most of said resource. Currently, a practice carried out in certain European countries, such as, for example, Spain and Germany, just to cite a few examples, is the reuse of grey waters, which are those from showers, sinks, sinks and washing machines in uses where drinking water is not needed such as toilets, watering green areas and cleaning environments. This practice optimizes the use of water in multi-family buildings, in which grey water is given a second use after a physical-chemical treatment.

In this line, the present research work is proposed, which aims to determine the viability of the reuse of grey water in a multifamily house located in the Los Lunas-Ica sector.

Keywords: grey water, multifamily house, reuse.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en Ica se viene dando lo que se considera como el boom de la construcción y de las edificaciones inmobiliarias, ya que las construcciones, especialmente para uso de viviendas, se ha vuelto una prioridad debido al incremento constante de la población.

Según el portal de las Naciones Unidas está previsto que la población a nivel mundial llegue a los 8500 millones en el año 2030, a 9700 millones en el año 2050 y a 11200 en el año 2100.

Figura 1. Población Mundial Proyectada



Fuente: POBLACIÓN NACIONES UNIDAS

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) los pobladores del Perú el 30 de junio del 2020 llegaron a los 32 millones 626 mil habitantes y se estima que para el 2021 la población supere los 33 millones. A nivel de América Latina el Perú ocupa el cuarto lugar con mayor población y en a nivel de América ocupa el séptimo puesto, así lo dio a conocer INEI a través del boletín Estado de la población peruana 2020.

Ahora bien, sabemos que el consumo principal de la población es el agua, un recurso vital y que generalmente usamos de manera inconsciente, ya que

el problema no es el consumo del agua, sino el mal uso que se le da a este recurso.

En el año 2018 Sedapal indicó que el peruano consume aproximadamente un máximo de 163 litros de agua al día, a pesar que la Organización Mundial de la Salud (OMS) refiere que una persona promedio debería consumir 100 litros de agua al día.

“Una familia compuesta por 4 integrantes debería consumir al menos 20 m³ de agua mensualmente; una ducha abierta por quince minutos consume alrededor de 60 litros; si lavamos el auto con la manguera consumiremos alrededor de medio m³ de agua; adicionalmente a esto se recomienda realizar el regado de plantas antes de las 8 de la mañana o después de las 7 de la noche y no realizarse al medio día con el fin de evitar la evaporación del agua”, expresó el Gerente de Servicios Sur de Sedapal, el ing. Jorge Rucoba.

En el presente trabajo de investigación hemos tenido en cuenta diversas teorías y conceptos que guardan relación con nuestro tema y que son de carácter significativo para poder interpretar el tema con mayor facilidad.

Consideramos sistema sanitario al conjunto de tuberías cuya función es la evacuación de aguas servidas o aguas negras de una vivienda o establecimiento; en este caso nos enfocaremos en las aguas grises puntualmente.

Las aguas grises son las que provienen del uso doméstico y se diferencian de las aguas servidas o aguas negras porque estas no contienen restos fecales, se les dice aguas grises porque su aspecto y condición están entre el agua potable y las aguas negras.

Como definición de reutilización tenemos que es lo que comúnmente conocemos como volver a usar algo que en el caso de este trabajo será el agua.

En el caso de optimizar lo consideramos como la búsqueda de mejores resultados posibles.

Ahora teniendo en cuenta estas definiciones podremos entender mejor el desenlace de esta investigación.

Sobre la base de lo expuesto, nos planteamos las siguientes preguntas:

- **PROBLEMA GENERAL:**

¿El diseño de un sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda multifamiliar puede optimizar su consumo de agua potable?

- **PROBLEMA ESPECÍFICO:**

¿Es viable en el aspecto socio económico el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda multifamiliar?

Por lo tanto:

Este estudio se justifica, ya que el diseño consiste en darle un siguiente uso a las aguas grises en una edificación provenientes de las duchas, lavamanos e incluso lavadoras, pudiendo así ser reutilizadas en el inodoro, limpieza de pisos, regado de áreas verdes y demás lugares que no requieran agua potable, dando así un ciclo renovable a este recurso tan indispensable.

El presente proyecto propone reciclar y reutilizar los recursos hídricos, brindando así soluciones que les puedan ayudar a reducir y reutilizar los recursos hídricos para lograr sus objetivos tanto económicos como ambientales de manera sustentable.

En el problema mundial de la escasez de agua, la reutilización del agua es una estrategia muy importante.

Se planteó como objetivo general:

- Optimizar el consumo de agua potable en una vivienda multifamiliar diseñando un sistema de reutilización de aguas grises.

Así como, objetivo específico:

- Viabilizar en el aspecto socio económico el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda multifamiliar.

Como Hipótesis General planteamos:

- El diseño de un sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda multifamiliar optimizará su consumo de agua potable.

Y como Hipótesis específica consideramos:

- El diseño de un sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda multifamiliar es viable en el aspecto socio económico.

La importancia de la presente investigación radica en que nos permitirá:

- Conocer una alternativa para poder reciclar y reutilizar las aguas grises desechadas comúnmente.
- Reducir el consumo de agua potable en nuestras viviendas.
- Contribuir a la mejora del ecosistema.

II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de esta investigación se han realizado investigaciones de antecedentes en el marco de las variables que se analizan a nivel internacional, nacional y local, de la siguiente manera:

Antecedentes Internacionales:

Chiguasque Loaiza Jessica Bibiana (2017). *Desarrollo de Guía Técnica para la implementación de un Sistema de Reutilización de Aguas Grises en Proyectos de Vivienda en Colombia* (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Colombia.

Dentro del trabajo tenemos como Objetivo General La elaboración de una guía técnica útil y eficiente que permita a todas las personas involucradas en el sector constructivo implementar y poder ejecutar un sistema de aprovechamiento de aguas grises en edificaciones de uso residencial en Colombia, evidenciando así todos los beneficios tanto económicos como ambientales.

En este trabajo se llegó a la conclusión de que esta guía está orientada para construcciones nuevas, donde es factible la separación de redes, que debería hacerse antes del proceso de construcción; también se concluyó que siguiendo esta guía se contempló un menor uso de agua potable ya que se reutilizaron las aguas grises, se estima que el ahorro es aproximadamente del 30%.

Miguel Ángel Ruiz Castillo (2019). *Sistema de Tratamiento y Reutilización de Aguas Grises Aplicables a Sectores Urbanos con Déficit Hídrico* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.

Este trabajo tiene como Objetivo General Elaborar una propuesta que aporte al desarrollo de un sistema que contribuya al tratamiento de aguas grises, con el fin de dar un buen uso a este recurso, generando así una reducción de consumo de agua potable; así mismo como objetivo específico que aporte a nuestro proyecto de investigación está el de obtener un uso de agua de forma sustentable, para que sea replicado y rediseñado y de esta manera aplicable a diferentes áreas.

Se concluye que los hogares diariamente emiten entre el 60-70% de aguas grises, que son menos contaminadas que las aguas negras; facilitando así su reutilización para abastecer inodoros, para el lavado de autos y para el riego; así mismo se concluye que el agua tratada no solo puede ser usada con fines domésticos, sino también en sectores industriales, y en el sector minero, etc. donde se ocupa grandes cantidades de agua.

Se recomienda no usar aspersion de las aguas grises cuando se utilicen para riego ya que pueden llegar a zonas sensibles del cuerpo como a los ojos, o boca y causar complicaciones, también se recomienda tapar bien los estanques en donde se almacenen las aguas grises para evitar así la aparición de mosquitos.

Antecedentes Nacionales:

Pedro Pari Quispe (2018). *Reutilización de Aguas Grises Domésticas ante la Insuficiencia de Agua Potable en Edificios Multifamiliares – Lima (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana Los Andes, Perú.*

Este trabajo tiene como Objetivo General es examinar cómo influye la reutilización de aguas grises en la mejora de la insuficiencia de agua potable en edificios multifamiliares en el distrito de Independencia-Lima, como objetivo Específico este trabajo considera la determinación de la cantidad de reutilización de las aguas grises domésticas para la mejora de la insuficiencia del agua potable en el distrito Independencia-Lima.

Concluimos que se debe incorporar una instalación independiente para que pueda ser reutilizada en inodoros y riego de áreas verdes; así mismo se concluye que el consumo de agua potable ahorrada durante la vida útil del bien inmueble oscila entre 35 – 40%.

Se recomienda a las autoridades competentes brindar información sobre la situación actual del agua y las posibles mejoras en el uso para su conservación; así mismo se recomienda a la población tomar consciencia de la realidad del agua potable para así darle un uso racional y moderado.

Valera Málaga Alex Robert (2017). *Tratamiento de Aguas Grises para Reutilizar en Servicios Higiénicos de una Vivienda Multifamiliar del Edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017* (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Perú.

Tiene como Objetivo General Examinar el Tratado que se le da a las Aguas Grises para poder ser reutilizadas en los servicios higiénicos en una vivienda multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017.

Como Conclusiones se llegó a que el tratamiento reduce el nivel de contaminación en 50% aproximadamente. En el tema de costos para instalación del sistema de tratamiento sale más conveniente aplicar el sistema en toda la multifamiliar para reducir costos y así sea viable; en el tema de mantenimiento mensual, es más conveniente que el costo de SEDAPAL.

Antecedentes Locales:

Héctor Jhoel Espinoza Rodriguez (2018). *Procesos Constructivos en la Planta de Tratamiento para la Reutilización de Aguas Residuales del Mall el Quinde de Ica, 2018* (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Perú.

Este trabajo tiene como objetivo General determinar la influencia del desarrollo constructivo en la planta de tratamiento del Mall El Quinde en Ica en el año 2018, mediante el reuso de aguas residuales, dentro de los Objetivos Específicos busca determinar todos los beneficios causados al reabastecer el agua en las instalaciones del Mall El Quinde de Ica en 2018, reutilizando las aguas residuales, así mismo busca determinar el ahorro y la reducción en el costo que se genera en el servicio de agua potable.

Se llega a la conclusión que la influencia es favorable ya que soluciona el problema hídrico en la instalaciones contribuyendo así con el medio ambiente y cubriendo la demanda por descarga de los aparatos sanitarios del centro comercial, se genera un ahorro económico del 67% anual aproximadamente.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Este tipo de Investigación se fundamenta en la Metodología Cuantitativa ya que examinamos datos en el campo de la estadística estudiando así las variables.

3.2. Variable y operacionalización

*** VARIABLES:**

- **DEPENDIENTE:** Optimización del consumo de agua potable
- **INDEPENDIENTE:** Reutilización de aguas grises

Estas estarán cuantificadas respecto a sus dimensiones e indicadores:

*** DIMENSIONES:**

- **DEPENDIENTES:** Redistribución del Sistema Sanitario
- **INDEPENDIENTE:** Aspecto Socio-Económico

*** INDICADORES:**

- Costo de Operación
- Sistema Sanitario

Así mismo podemos afirmar que es una investigación de nivel Exploratoria-Analítica ya que este no hay referencias locales similares a nuestra investigación y se espera que posteriormente se pueda profundizar este tema en la localidad donde lo estamos planteando.

El diseño de esta investigación es no experimental ya que realizaremos el estudio sin necesidad de manipular del todo las variables establecidas.

* **ESCALA DE MEDICIÓN:**

La escala de medición empleada es la de Intervalo debido a que vamos a comparar el consumo de agua empleado en las viviendas y la demanda que requieren los aparatos sanitarios donde se podrá reutilizar esa agua reciclada.

3.3. Población(criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

POBLACIÓN:

La población de la siguiente investigación son personas escogidas a conveniencia donde el área de la vivienda y número de integrantes de la familia serán semejantes.

En este caso nuestra población será 100 viviendas.

MUESTRA:

Como muestra estamos considerando encuestar a 10 viviendas equivalentes al 10%.

MUESTREO:

El tipo de muestreo a emplear será el muestreo Probabilístico Simple, ya que la población en cuestión no es extensa, y se realizará un promedio de la muestra que utilizaremos para estadísticamente llegar a la demanda de agua de la población.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En este punto lo que veremos es el procedimiento que llevaremos a cabo para poder recolectar los datos, nuestras técnicas serán la Observación y la Encuesta y los instrumentos de recolección de datos en nuestro caso serán **FICHAS DE OBSERVACIÓN, ENCUESTAS**; las encuestas las haremos a la población para saber la demanda de agua que requieren y la cantidad de agua que podría ser reutilizada, así mismo mediante la ficha de observación

podremos verificar ciertas características como si realmente cuentan con un sistema correcto de agua y alcantarillado.

3.5. Procedimientos

El orden a seguir en este trabajo de investigación para poder recolectar la información necesaria para el desenvolvimiento de este tema será el siguiente:

Como primer paso revisaremos los antecedentes que nos puedan ser útiles en la realización del tema.

Luego continuaremos con diseñar el tipo de vivienda con los ambientes funcionales para no descuidar el confort necesario.

Para diseñar el sistema de Reutilización de aguas grises:

1. Hallaremos la dotación de aguas grises emitidas y de aguas tratadas necesarias, esto lo haremos empleando nuestros instrumentos de recolección de datos.
2. Calcularemos el diámetro de la tubería (montante) por la cual recolectaremos las aguas grises.
3. Calcularemos el volumen de la cisterna de almacenamiento de aguas grises.
4. Elegiremos el tipo de tratamiento le daremos al agua gris.
5. Calcularemos el volumen de la cisterna de almacenamiento de aguas tratadas.
6. Calcularemos el diámetro de la tubería por la cual se llevarán las aguas tratadas hacia los puntos designados.
7. Calcularemos la potencia de la bomba que requeriremos para poder distribuir las aguas tratadas hacia los puntos designados.

Finalmente se estimarán los costos de inversión inicial de este sistema y el costo en la tarifa del servicio de agua potable y alcantarillado que estaríamos ahorrando.

3.6. Método de análisis de datos

Para llevar a cabo el análisis de datos obtenidos aplicando nuestros instrumentos ya definidos en esta investigación procederemos a comparar los datos aplicándolos y promediándolos para poder considerar ese promedio como base para saber la cantidad de aguas grises que producen, la cantidad de agua que es posible reutilizar y el gasto que haríamos al emplear este sistema; así mismo el gasto que nos ahorraríamos en el servicio de agua potable y alcantarillado y así obtener los resultados de este trabajo de investigación.

3.7. Aspectos éticos

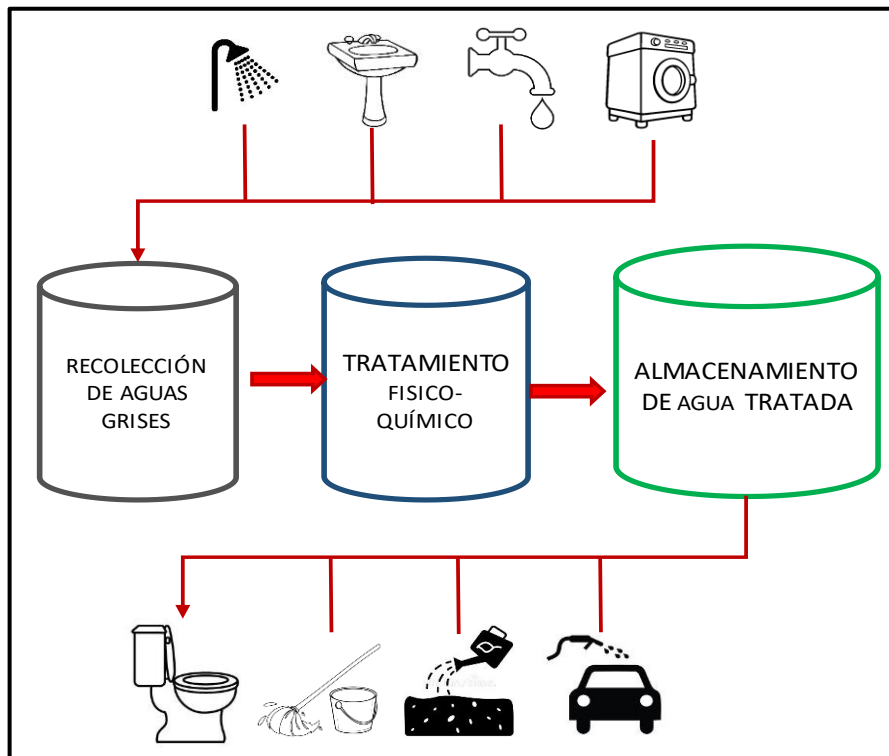
En la realización del presente trabajo de investigación se considerarán los siguientes aspectos éticos:

- Se considerarán dentro de las referencias a todos los trabajos de investigación, revistas, libros y diversos trabajos que sirvan como aporte a nuestro trabajo de investigación, respetando así su autoría con honestidad y responsabilidad.
- Todos los comentarios que se planteen en esta investigación serán realizados de manera adecuada, dando crédito a las fuentes de información de donde se obtuvieron.
- No se falsificarán datos de los resultados obtenidos, de tal manera que no se perjudique la credibilidad de nuestra investigación.
- Seguir todo los procedimientos y la normativa dispuesta por la Universidad, con la finalidad de poder validar nuestro trabajo de investigación.
- Se realizará un trabajo confiable, de tal manera que sirva como base posibles futuras investigaciones.

IV. RESULTADOS

Para el presente trabajo de investigación tenemos como objetivos el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises que permita optimizar el consumo de agua potable y la viabilidad en el aspecto socio económico de dicho sistema; objetivos que planteamos cumplir reutilizando las aguas grises, es decir dándoles un segundo uso antes que se dirijan a la red pública para la cual pretendemos realizar el diseño de dicho sistema llevando las aguas grises provenientes de la lavandería, lavadero de manos y ducha hacia un almacén recolector de aguas grises, las cuales pasarán al sistema de tratamiento ubicada en la planta baja de la edificación, esta agua será enviada hacia un tanque de almacenamiento de agua tratada y mediante un equipo hidroneumático abastecerá de agua los tanques del inodoro, los grifos que se usarán para la limpieza de pisos y los grifos que se usarán para el riego de áreas verdes y limpieza de autos; con el tratamiento de las aguas grises logramos que el agua tratada no genere malos olores ni daños en las tuberías en las que se distribuirá para su reúso.

Figura 2. Diagrama de Flujo



El terreno en el cual estaría situado nuestro proyecto se encuentra ubicado en la Avenida Finlandia Mz-G Lt-3 en el Sector Los Lunas, Distrito de La Tingüña, Provincia y Departamento de Ica y cuenta con un área de 434.68 m².

Figura 3. Ubicación del Proyecto

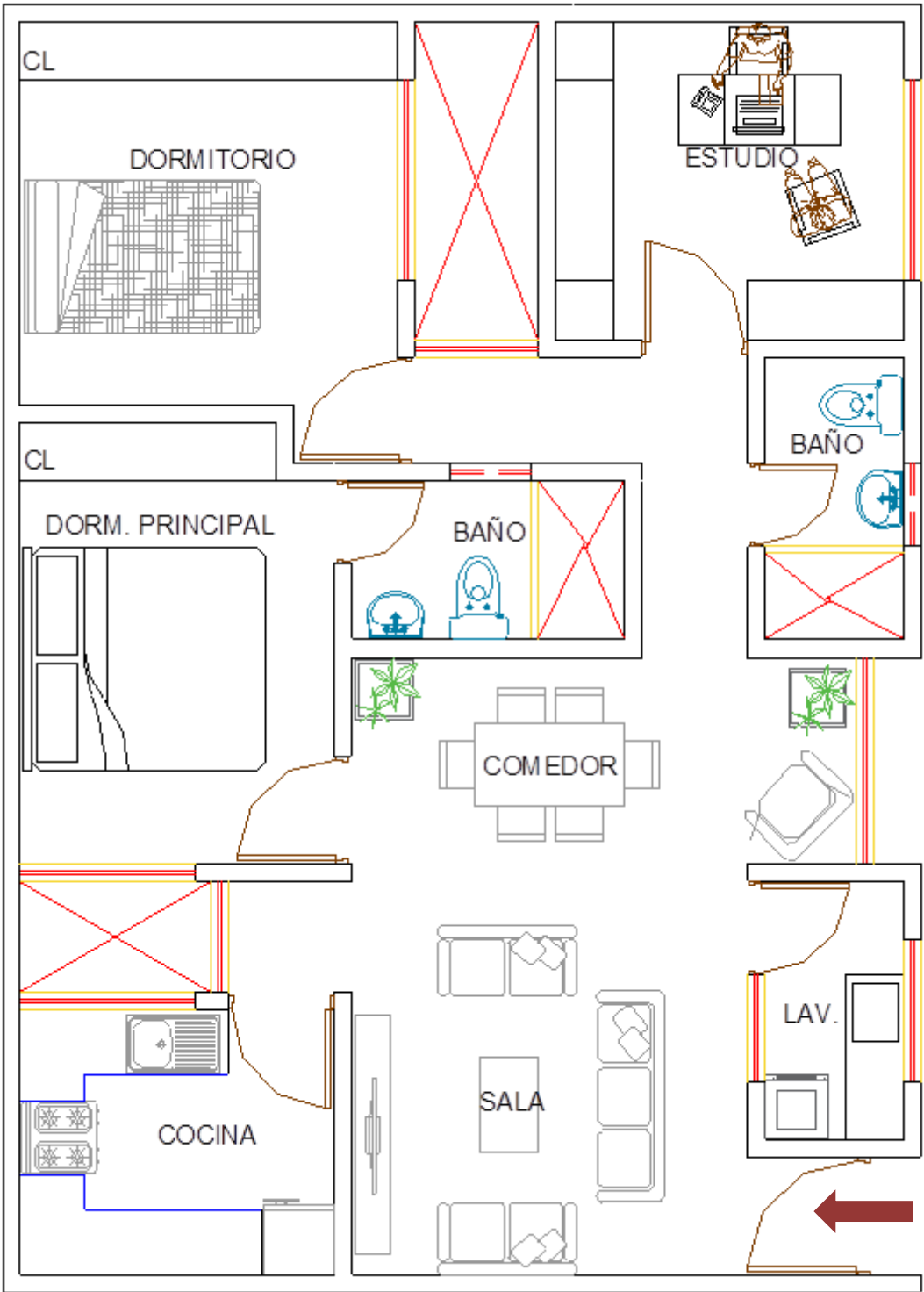


Fuente: Google earth

Como modelo de departamento se plantea uno que cubra las necesidades de confort para familias de 3 a 4 integrantes cuya distribución es:

- 01 sala comedor
- 01 cocina
- 01 dormitorio principal
- 01 dormitorio secundario
- 02 baños $\frac{3}{4}$
- 01 estudio
- 01 lavandería

Figura 4. Plano de Distribución del Departamento de vivienda multifamiliar



Ahora bien, para poder darle viabilidad a este proyecto debemos saber la cantidad de aguas grises que se generan y que cantidad de agua podría ser reutilizada para balancear así la cantidad de agua que se desecha con la que se podría reutilizar.

Por ello aplicamos nuestros instrumentos para recolectar los datos necesarios.

Como resultado de los instrumentos de recolección de datos empleados, se ha obtenido los siguientes resultados:

Tabla 1. Datos recolectados en las encuestas

DATOS RECOLECTADOS EN LAS ENCUESTAS						
	USO DE DUCHA	USO DE LAVADERO DE MANOS	USO DE LAVANDERÍA	USO DE LAVADORA	USO DE INODORO	LIMPIEZA DE PISOS
VIVIENDA N°01	199 Min	73 Min	240 L	1 Vez	604.8 L	08 L
VIVIENDA N°02	144 Min	84 Min	840 L	0 Veces	665 L	110 L
VIVIENDA N°03	176 Min	54 Min	340 L	2 Veces	324 L	12 L
VIVIENDA N°04	184 Min	48 Min	100 L	3 Veces	364 L	06 L
VIVIENDA N°05	175 Min	46 Min	0 L	4 Veces	420 L	04 L
VIVIENDA N°06	182 Min	24 Min	6 L	2 Veces	420 L	03 L
VIVIENDA N°07	133 Min	92 Min	60 L	3 Veces	700 L	03 L
VIVIENDA N°08	120 Min	92 Min	0 L	4 Veces	666 L	56 L
VIVIENDA N°09	175 Min	62 Min	60 L	3 Veces	552 L	24 L
VIVIENDA N°10	140 Min	37 Min	166 L	2 Veces	378 L	24 L

También realizamos un muestreo del consumo de agua por minuto en el lavadero de manos, ducha, caño de lavandería y el consumo de agua en la lavadora por ciclo completo de lavado en 3 de las 10 viviendas encuestadas, adicionalmente a esto verificamos el gasto de agua por lavado de auto con manguera y el consumo de agua en áreas verdes según RNE este muestreo lo haremos con ayuda de un depósito con volúmenes marcados y un cronómetro, teniendo estos resultados:

Tabla 2. Consumo de Agua en Puntos de muestra

CONSUMO DE AGUA EN PUNTOS DE MUESTRA		
PUNTO DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN
LAVADERO DE MANOS	Con ayuda de un depósito con el volumen marcado en él y un cronómetro verificaremos que cantidad de agua llena por minuto de tiempo transcurrido	20 litros por minuto
DUCHA	Con ayuda de un depósito con el volumen marcado en él y un cronómetro verificaremos que cantidad de agua llena por minuto de tiempo transcurrido	20 litros por minuto
GRIFO DE LAVANDERÍA	Con ayuda de un depósito con el volumen marcado en él y un cronómetro verificaremos que cantidad de agua llena por minuto de tiempo transcurrido	20 litros por minuto
LAVADORA	Con ayuda de un depósito con el volumen marcado en él mediremos el volumen de agua que sale de la lavadora después del ciclo de lavado completo	120 litros por ciclo de lavado completo
AREAS VERDES	El RNE Subcapítulo III.3 Norma I.S.010 no da la dotación para riego de áreas verdes	2 litros / día / m ²
LAVADO DE AUTOS	Con ayuda de una manguera conectado al grifo lavaremos un auto, procederemos a tomar el tiempo que nos tarda lavar el vehículo y con la dotación del grifo por minuto sabremos cuantos litros usaremos	200 litros por auto

El edificio multifamiliar cuenta con 9 departamentos en total, con 74.43 m² de áreas verdes y una cochera con capacidad de 6 autos; estos datos (áreas verdes y capacidad de cochera) los procesaremos con ayuda de la **Tabla 2**:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	DOTACIÓN	AGUA EMPLEADA (litros)
RIEGO DE AREAS VERDES	m ²	74.43	2	148.86
LAVADO DE AUTOS	Auto	6	200	1200

Aplicados los instrumentos de recolección de datos (**Tabla 1**) y la **Tabla 2** donde se conocieron los resultados del consumo de agua en los puntos de muestra conseguimos la cantidad de agua potable que requiere cada departamento de la vivienda multifamiliar, en la siguiente tabla consideraremos de color verde los puntos que generarán aguas grises y serán tratadas, siendo así las aguas de la ducha, lavadero de manos, lavandería y lavadora; y consideraremos de color rojo los puntos donde el agua potable será reemplazada por el agua tratada, punto como la recarga del tanque del inodoro y la limpieza de pisos en la **Tabla 4** consideraremos también el riego de áreas verdes y el lavado de los autos que se almacenarán en la cochera; dando como resultado:

Tabla 3. Demanda de Agua Requerida por departamento (SEMANAL Y DIARIA)

DATOS RECOLECTADOS (AGUA CONSUMIDA POR DEPARTAMENTO)													
	LITROS/MIN	VIVIENDA N°01	VIVIENDA N°02	VIVIENDA N°03	VIVIENDA N°04	VIVIENDA N°05	VIVIENDA N°06	VIVIENDA N°07	VIVIENDA N°08	VIVIENDA N°09	VIVIENDA N°10	AGUA CONSUMIDA	AGUA CONSUMIDA DIARIAMENTE
USO DE DUCHA	20	199	144	176	184	175	182	133	120	175	140	3256	465.14
USO DE LAVADERO	20	73	84	54	48	46	24	92	92	62	37	1224	174.86
USO DE LAVANDERIA	1	240	840	340	100	0	6	60	0	60	166	181.2	25.89
USO DE LAVADORA	120	1	0	2	3	4	2	3	4	3	2	288	41.14
USO DE INODORO	1	604.8	665	324	364	420	420	700	666	552	378	509.38	72.77
LIMPIEZA DE PISOS	1	8	110	12	6	4	3	3	56	24	24	25	3.57
TOTAL DE AGUA CONSUMIDA POR DEPARTAMENTO (litros)												5483.58	783.37

Tabla 4. Consumo de Agua Diaria por Edificación

DESCRIPCIÓN	PUNTO DE USO	CONSUMO DIARIO DE AGUA POR DEPARTAMENTO (litros)	CONSUMO DIARIO DE AGUA EN EDIFICACIÓN (litros)	TOTAL DE AGUA CONSUMIDA	PORCENTAJE DE AHORRO
AGUAS GRISES QUE SERÁN TRATADAS	LAVAMANOS	174.86	1573.74	6363.27	32%
	LAVANDERÍA	25.89	233.01		
	LAVADORA	41.14	370.26		
	DUCHA	465.14	4186.26		
AGUAS QUE SERÁN REEMPLAZADAS POR AGUAS TRATADAS	INODORO	72.77	654.93	2035.92	
	LIMPIEZA DE PISOS	3.57	32.13		
	RIEGO DE AREAS VERDES	148.86	148.86		
	LAVADO DE AUTOS	1200.00	1200.00		

Así, tenemos que, en promedio, 2035.92 litros son requeridos diariamente en la edificación para poder cubrir el uso de inodoros, riego de áreas verdes, limpieza de pisos y lavado de autos; se calcula un 32% de ahorro en el consumo de agua potable.

Ahorrando 61,077.92 litros al mes.

Ahora conociendo la cantidad de agua necesaria a reutilizar procederemos a calcular la tubería (montante) por donde se recolectarán las aguas grises; para esto requeriremos calcular primero las unidades de descarga es decir de todos los puntos que abastecerán de estas aguas grises:

Cantidad de Lavamanos:

PISO	LAVATORIO POR DPTO	N° DPTO	LAVATORIO POR PISO
2	2	3	6
3	2	3	6
4	2	3	6
TOTAL			18

Cantidad de Luchas:

PISO	DUCHAS POR DPTO	N° DPTO	DUCHAS POR PISO
2	2	3	6
3	2	3	6
4	2	3	6
TOTAL			18

Cantidad de Lavanderías:

PISO	LAVANDERIAS POR DPTO	N° DPTO	LAVANDERIAS POR PISO
2	1	3	3
3	1	3	3
4	1	3	3
TOTAL			9

Cantidad de Lavadoras:

PISO	LAVADORAS POR DPTO	N° DPTO	LAVADORAS POR PISO
2	1	3	3
3	1	3	3
4	1	3	3
TOTAL			9

Teniendo estos resultados nos apoyaremos en el Anexo 6 del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma I.S. 010, para calcular el número total de Unidades de Descarga:

Tabla 5. Anexo 6. Unidades de Descarga

TIPOS DE APARATOS	DIAMETRO MÍNIMO DE LA TRAMPA (mm)	UNIDADES DE DESCARGA
Inodoro (con tanque)	75 (3")	4
Inodoro (con tanque de descarga reducida)	75 (3")	2
Inodoro (con válvula automática y semiautomática)	75 (3")	8
Inodoro (con válvula automática y semiautomática de descarga reducida)	75 (3")	4
Bidé	40 (1 1/2")	3
Lavatorio	32-40 (1 1/4"-1 1/2")	1-2
Lavadero de Cocina	50 (2")	2
Lavadero con trituradora de desperdicios	50 (2")	3
Lavadero de ropa	40 (1 1/2")	2
Ducha privada	50 (2")	2
Ducha pública	50 (2")	3
Tina	40-50 (1 1/2"-2")	2-3
Urinario de pared	40 (1 1/2")	4
Urinario de válvula automática y semiautomática	75 (3")	8
Urinario de válvula automática y semiautomática de descarga reducida	75 (3")	4
Urinario corrido	75 (3")	4
Bebedero	25 (1")	1-2
Sumidero	50 (2")	2

Fuente: RNE I.S. 010 Anexo 6

Con la ayuda de la Tabla 6 calcularemos el número total de Unidades de Descarga.

Tabla 6. Total de Unidades de Descarga

NIVEL	APARATO SANITARIO	CANTIDAD	UNIDAD DE DESCARGA	SUBTOTAL DE UNIDADES DE DESCARGA
2° PISO	LAVATORIO	6	2	12
	DUCHA	6	2	12
	LAVANDERÍA	3	2	6
	LAVADORA	3	2	6
3° PISO	LAVATORIO	6	2	12
	DUCHA	6	2	12
	LAVANDERÍA	3	2	6
	LAVADORA	3	2	6
4° PISO	LAVATORIO	6	2	12
	DUCHA	6	2	12
	LAVANDERÍA	3	2	6
	LAVADORA	3	2	6
TOTAL DE UNIDADES DE DESCARGA				108

Habiendo calculado nuestro total de Unidades de descarga determinaremos el diámetro de la tubería, apoyándonos en el Anexo 8 del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma I.S. 010:

Tabla 7. Diámetro de montante

DIÁMETRO DEL TUBO (mm)	CUALQUIER HORIZONTAL DE DESAGÜE	MONTANTES DE 3 PISOS DE ALTURA	MONTANTES DE MÁS DE 3 PISOS	
			TOTAL EN LA MONTANTE	TOTAL POR PISO
32 (1 1/4")	1	2	2	1
40 (1 1/2")	3	4	8	2
50 (2")	6	10	24	6
65 (2 1/2")	12	20	42	9
75 (3")	20	30	60	16
100 (4")	160	240	500	90
125 (5")	360	540	1100	200
150 (6")	620	960	1900	350
200 (8")	1400	2200	3600	600
250 (10")	2500	3800	5660	1000
300 (12")	3900	6000	8400	1500
375 (15")	7000	-	-	-

Fuente: RNE I.S. 010 Anexo 8

Nuestras Unidades de Descarga totales son 108, según Tabla 7 estaría entre 60 Unidades de descarga y 500 Unidades de descarga, dándonos como resultado una montante de diámetro máximo de 4".

El Reglamento Nacional de Edificaciones nos indica que la capacidad del tanque de almacenamiento no debe ser mayor al volumen equivalente a 12 horas de gasto medio diario; ahora bien sabemos que el gasto medio diario de la edificación es de 2,035.92 litros, es decir que en 24 horas en la edificación se consumirá aproximadamente 2.036 m³ de aguas tratadas lo que nos dará en 12 horas sería 1.018 m³ y ya que estamos considerando recipientes prefabricados para almacenar estas aguas grises utilizaremos un depósito con capacidad de 1,100 litros que es el más comercial.

$$V.C. = Dot. * Tr * Fs$$

V.C. → Volumen de Cisterna
 Dot. → Dotación Diaria
 T.r. → Tiempo de Retención
 Fs → Factor de Seguridad

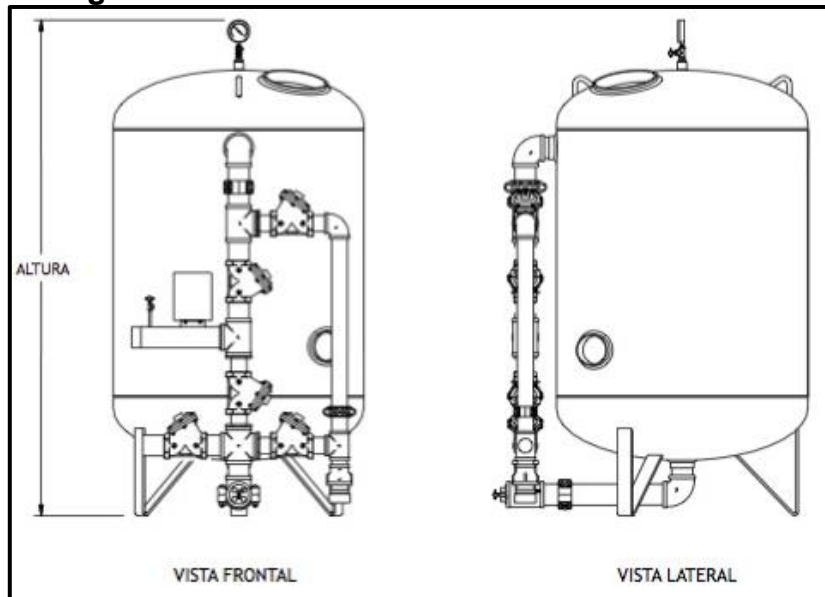
$$V.C. = \frac{2.036m^3}{24H} * 12H * 1.2 \quad \rightarrow \quad 1.2216 \text{ m}^3$$

Como tratamiento de las aguas grises escogimos un equipo de filtro con carbón activado, ya que es:

- Económico
- Fácil Operatividad
- Gran Capacidad de absorción de contaminantes

Este equipo recoge las aguas grises del depósito de recolección y las deriva hacia un almacenamiento de aguas tratadas, las cuales serán enviadas a los puntos de abastecimiento asignados anteriormente.

Figura 5. Sistema de Filtración de Carbón Activado



FUENTE: Carbón industrial profundo industrial

Este tratamiento es físico químico, se basa básicamente en filtrar el agua gris; le denominamos proceso físico químico porque cambia física y molecularmente ya que separa los componentes no disueltos mediante el proceso de filtración y con determinadas sustancias permite que las sustancias contaminantes disueltas se separen.

Este tratamiento permite una mejor circulación del agua ya que evita el daño en las tuberías y los equipos donde se usarán.

Para el tanque de almacenamiento de aguas tratadas hay que considerar que al no existir tanque elevado y al ser bombeada directamente a cada punto designado es recomendable considerar como mínimo el volumen de dotación diaria; siendo nuestra dotación diaria de 2,035.92 litros requeriríamos un tanque de almacenamiento de aguas tratadas de la misma capacidad, por temas comerciales utilizaremos una capacidad de 2.5 m3.

$$V.C. = Dot. * Tr * Fs$$

- V.C. → Volumen de Cisterna
- Dot. → Dotación Diaria
- T.r. → Tiempo de Retención
- Fs → Factor de Seguridad

$$V.C. = \frac{2.036m^3}{24H} * 24H * 1.2 \rightarrow 2.4432 m^3$$

Para el cálculo del diámetro de tubería de impulsión calcularemos primero la máxima demanda simultánea, este será el caudal máximo probable en la edificación; como indicamos anteriormente estas aguas tratadas abastecerán a los inodoros, los puntos para limpieza de pisos, el punto para el riego de áreas verdes y los puntos para el lavado de autos; para esto calcularemos las unidades de gasto total basándonos en el Anexo N°1 del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma I.S. 010:

Tabla 8. Unidad de Gasto

APARATO SANITARIO	TIPO	UNIDADES DE GASTO		
		TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
INODORO	Con tanque - descarga reducida	1.5	1.5	-
INODORO	Con tanque	3	3	-
INODORO	Con válvula semiautomática y automática	6	6	-
INODORO	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida	3	3	-
BIDÉ		1	0.75	0.75
LAVATORIO		1	0.75	0.75
LAVADERO		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: RNE I.S. 010 Anexo 1

Tabla 9. Unidad Hunter

APARATO SANITARIO	N° DE APARTOS	UNIDAD DE GASTO	UNIDADES HUNTER
INODORO	18	3	54
LAVADERO (para limpieza de pisos)	9	3	27
LAVADERO (para riego y limpieza de autos)	3	3	9
TOTAL DE UNIDADES HUNTER			90

Teniendo nuestras unidades Hunter definidas Hallaremos el Gasto Probable con el Anexo 3 del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma I.S. 010; dándonos como Gasto Probable 2.45 l/s; ahora con el Anexo 5 del RNE I.S. 010 hallaremos el diámetro de tubería de impulsión:

Tabla 10. Diámetro de tubería de Impulsión

GASTO DE BOMBEO EN L/S	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE IMPULSIÓN (mm)
Hasta 0.50	20 (3/4")
Hasta 1.00	25 (1")
Hasta 1.60	32 (1 1/4")
Hasta 3.00	40 (1 1/2")
Hasta 5.00	50 (2")
Hasta 8.00	65 (2 1/2")
Hasta 15.00	75 (3")
Hasta 25.00	100 (4")

Fuente: RNE I.S. 010 Anexo 5

Nuestro Gasto Probable es de 2.45 l/s; es decir está entre 1.60 y 3.00 l/s; con tuberías de entre 1 ¼" y 1 ½", eligiendo al inmediato superior; teniendo una tubería de Impulsión de 1 ½", y el diámetro de succión será el superior inmediato de la tubería de impulsión 2".

Calcularemos también la potencia de la Bomba de Impulsión.

$$PB = \frac{Qb * HDT}{75 * e}$$

PB → Potencia de la Bomba
 Qb → Caudal de Bombeo
 HDT → Altura Dinámica Total
 e → Eficiencia

- Nuestro Caudal de Bombeo hallado anteriormente es de 2.45 l/s.
- La Eficiencia de la Electrobomba es de 65%.
- Altura Dinámica Total (HDT)

$$HDT = Hg + Hf + Ps$$

Hg → Altura Geométrica (m)
 Hf → Pérdida de Carga en Tubería de Succión e Impulsión (m)
 Ps → Presión de Salida (m)

- Altura Geométrica:

Hg= Diferencia de Cotas – Altura de Agua de la Cisterna

$$Hg = 9.75m - 1.85m$$

$$Hg = 7.9m$$

c.2. Pérdida de Carga en Tubería de Impulsión y Succión:

$$H_f = 10.67 * \frac{Q^{1.852} * L}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

- Q → Caudal (m3/s)
- L → Longitud de la Tubería (m)
- C → Coeficiente de Rugosidad (PVC) 140
- D → Diámetro de la Tubería (m)

TRAMO A-B:

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	2	1.2	2.4
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	3	0.15	0.45
CODO 90° 1/2"	1	0.41	0.41
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	2.95	2.95
LONGITUD TOTAL			8.61

Por tanto:

Q= 1.03 l/s = 0.00103 m3/s
 C= 140
 D= 1 1/2" = 0.0381 m
 L= 8.61 m
 Hf= 0.232920845

TRAMO C-D:

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	8	1.2	9.6
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	3	0.15	0.45
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	4.75	4.75
LONGITUD TOTAL			18.43

Por tanto:

Q= 1.03 l/s = 0.00103 m3/s
 C= 140
 D= 1 1/2" = 0.0381 m
 L= 18.43 m
 Hf= 0.49857505

TRAMO E-F:

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	9	1.2	10.8
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	3	0.15	0.45
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	4.55	4.55
LONGITUD TOTAL			19.43

Por tanto:

$$Q = 1.03 \text{ l/s} = 0.00103 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140$$

$$D = 1\ 1/2" = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 19.43 \text{ m}$$

$$H_f = 0.525627413$$

TRAMO A`-B´:

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	2	1.2	2.4
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	3	0.15	0.45
CODO 90° 1/2"	1	0.41	0.41
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	2.95	2.95
LONGITUD TOTAL			8.61

Por tanto:

$$Q = 1.03 \text{ l/s} = 0.00103 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140$$

$$D = 1\ 1/2" = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 8.61 \text{ m}$$

$$H_f = 0.232920845$$

TRAMO C´-D´:

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	8	1.2	9.6
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	3	0.15	0.45
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	4.75	4.75
LONGITUD TOTAL			18.43

Por tanto:

$$\begin{aligned} Q &= 1.03 \text{ l/s} = 0.00103 \text{ m}^3/\text{s} \\ C &= 140 \\ D &= 1\ 1/2'' = 0.0381 \text{ m} \\ L &= 18.43 \text{ m} \\ H_f &= 0.49857505 \end{aligned}$$

TRAMO E'-F':

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	9	1.2	10.8
TEE 1 1/2"	3	0.8	2.4
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	3	0.15	0.45
CODO 90° 1/2"	3	0.41	1.23
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	4.55	4.55
LONGITUD TOTAL			19.43

Por tanto:

$$\begin{aligned} Q &= 1.03 \text{ l/s} = 0.00103 \text{ m}^3/\text{s} \\ C &= 140 \\ D &= 1\ 1/2'' = 0.0381 \text{ m} \\ L &= 19.43 \text{ m} \\ H_f &= 0.525627413 \end{aligned}$$

TRAMO G-H:

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	1	1.2	1.2
TEE 1 1/2"	1	0.8	0.8
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	1	0.41	0.41
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	4.75	4.75
LONGITUD TOTAL			7.31

Por tanto:

$$\begin{aligned} Q &= 1.03 \text{ l/s} = 0.00103 \text{ m}^3/\text{s} \\ C &= 140 \\ D &= 1\ 1/2'' = 0.0381 \text{ m} \\ L &= 7.31 \text{ m} \\ H_f &= 0.197752773 \end{aligned}$$

TRAMO G'-H':

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	1	1.2	1.2
TEE 1 1/2"	1	0.8	0.8
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	1	0.41	0.41
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	4.75	4.75
LONGITUD TOTAL			7.31

Por tanto:

$$Q = 1.03 \text{ l/s} = 0.00103 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140$$

$$D = 1\ 1/2" = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 7.31 \text{ m}$$

$$H_f = 0.197752773$$

TRAMO I-J:

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	4	1.2	4.8
REDUCCIÓN 1 1/2" - 1/2"	1	0.15	0.15
CODO 90° 1/2"	1	0.41	0.41
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	8.05	8.05
LONGITUD TOTAL			13.41

Por tanto:

$$Q = 1.03 \text{ l/s} = 0.00103 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140$$

$$D = 1\ 1/2" = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 13.41 \text{ m}$$

$$H_f = 0.362772188$$

TRAMO K-L:

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 1 1/2"	3	1.2	3.6
TEE 1 1/2"	2	0.8	1.6
VALVULA CHEK 1 1/2"	1	3.6	3.6
VÁLVULA COMPUERTA 1 1/2"	2	0.28	0.56
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	4.86	4.86
LONGITUD TOTAL			14.22

Por tanto:

$$Q = 2.45 \text{ l/s} = 0.00245 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 140$$

$$D = 1\ 1/2" = 0.0381 \text{ m}$$

$$L = 14.22 \text{ m}$$

$$H_f = 1.914546198$$

TRAMO A-I:

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
LONGITUD DE TUBERÍA 1 1/2"	1	30	30
LONGITUD TOTAL			30

Por tanto:

$$\begin{aligned}
 Q &= 2.45 \text{ l/s} = 0.00245 \text{ m}^3/\text{s} \\
 C &= 140 \\
 D &= 1\ 1/2" = 0.0381 \text{ m} \\
 L &= 30 \text{ m} \\
 H_f &= 4.039127001
 \end{aligned}$$

TRAMO M-N:

ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE	LONGITUD PARCIAL
CODO 90° 2"	1	1.2	1.2
VALVULA SUCCIÓN 2"	1	4	4
LONGITUD DE TUBERÍA 2"	1	1.85	1.85
LONGITUD TOTAL			7.05

Por tanto:

$$\begin{aligned}
 Q &= 2.45 \text{ l/s} = 0.00245 \text{ m}^3/\text{s} \\
 C &= 140 \\
 D &= 2" = 0.0508 \text{ m} \\
 L &= 7.05 \text{ m} \\
 H_f &= 0.233831881
 \end{aligned}$$

$$\sum H_f = 9.46 \text{ m}$$

c.3. Presión de Salida:

En este caso trabajaremos con la Presión mínima de Salida, siendo esta 2m.

c.4. Altura Dinámica Total HDT:

$$HDT = H_g + H_f + P_s$$

$$HDT = 19.36 \text{ m}$$

c.5. Potencia de Bomba Pb:

$$Pb = \frac{Qb * HDT}{75 * e}$$

$$Pb = 0.97 \text{ HP}$$

Teniendo todos estos datos diseñaremos el sistema de reutilización de aguas grises.

Figura 6. Diseño de Sistema de Reutilización de Aguas Grises

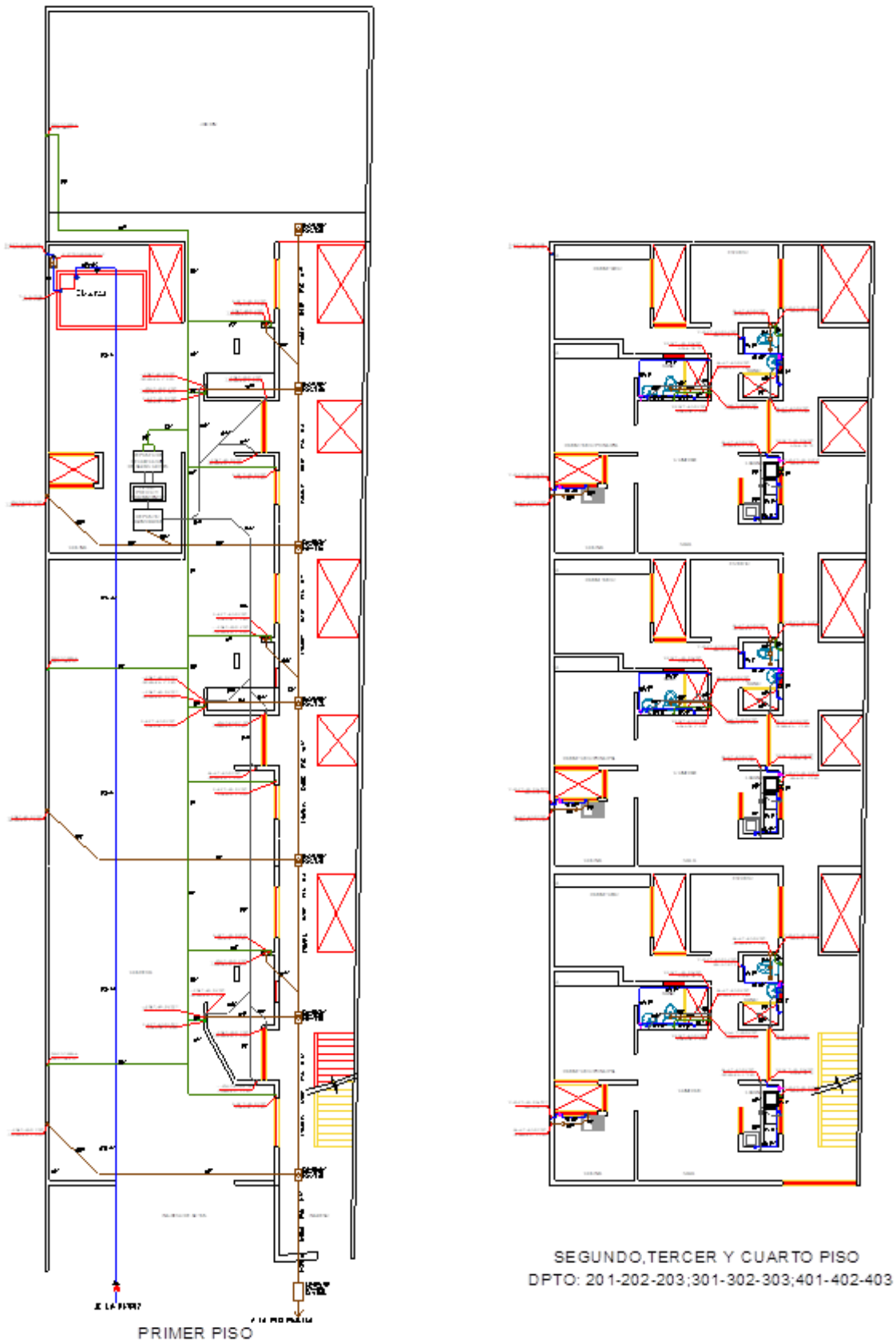


Figura 7. Sistema de Reutilización de Aguas Grises en Departamento

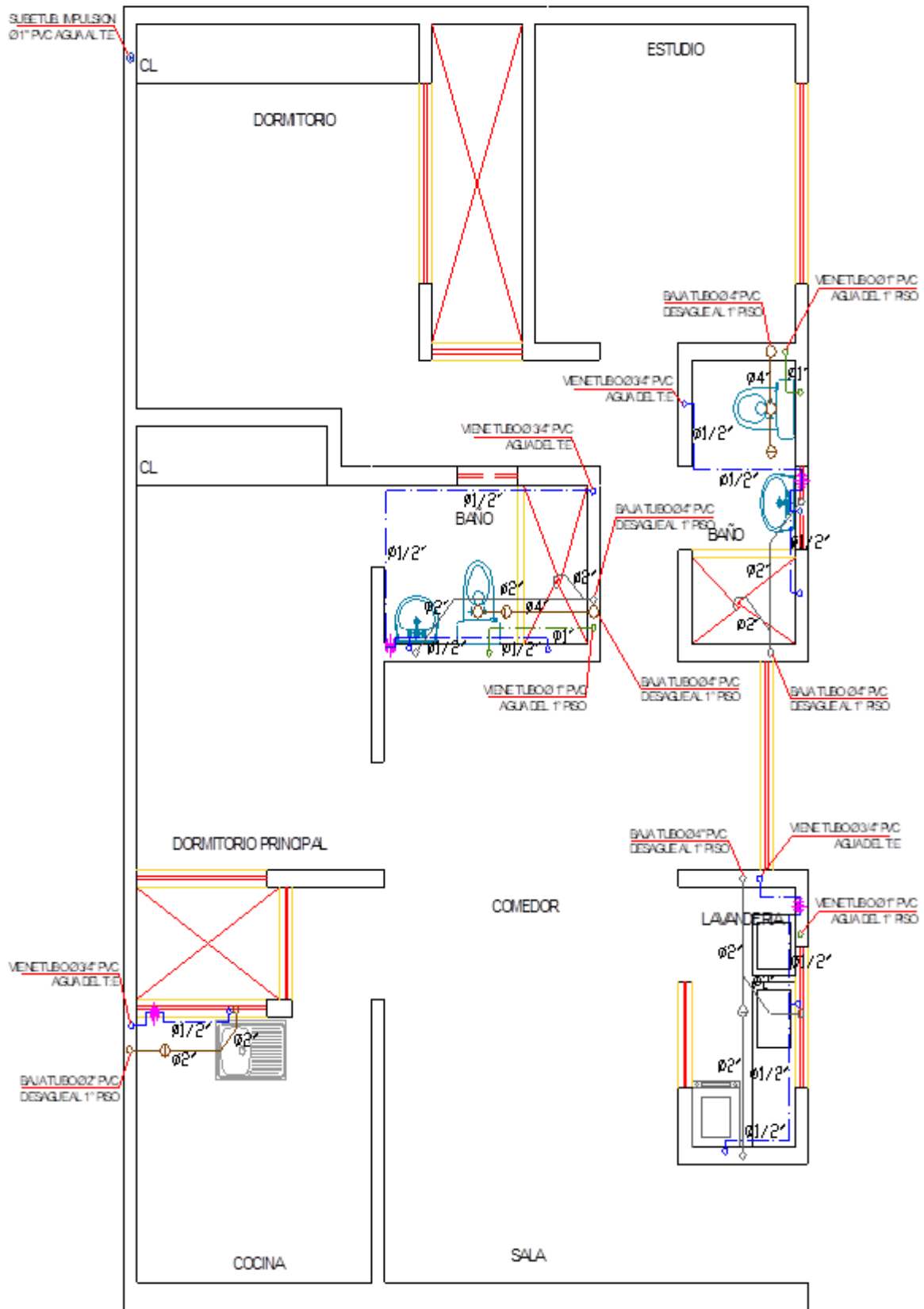


Figura 8. Sistema de Reutilización de aguas grises en baño

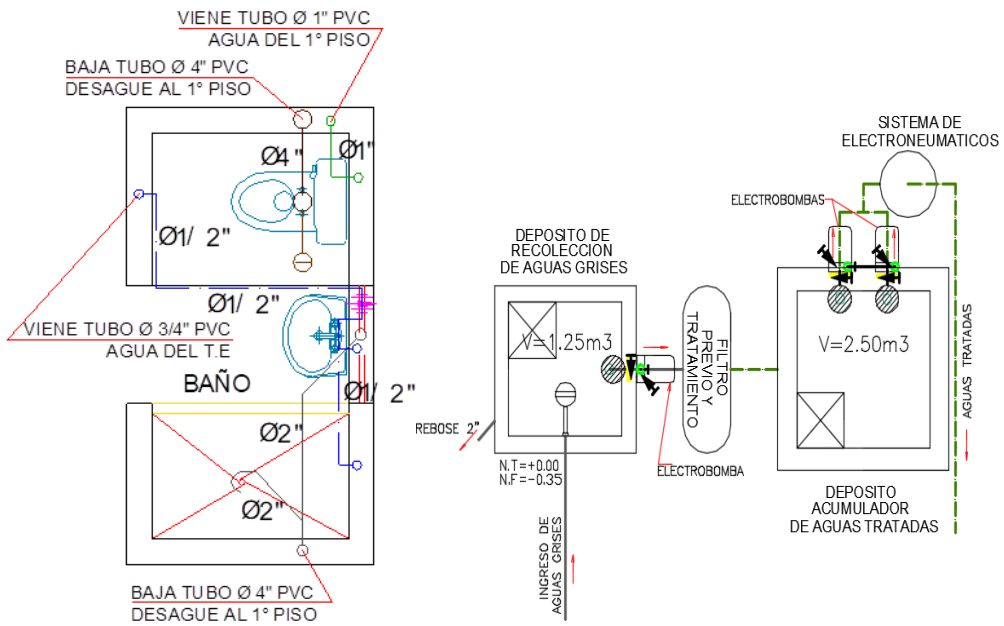
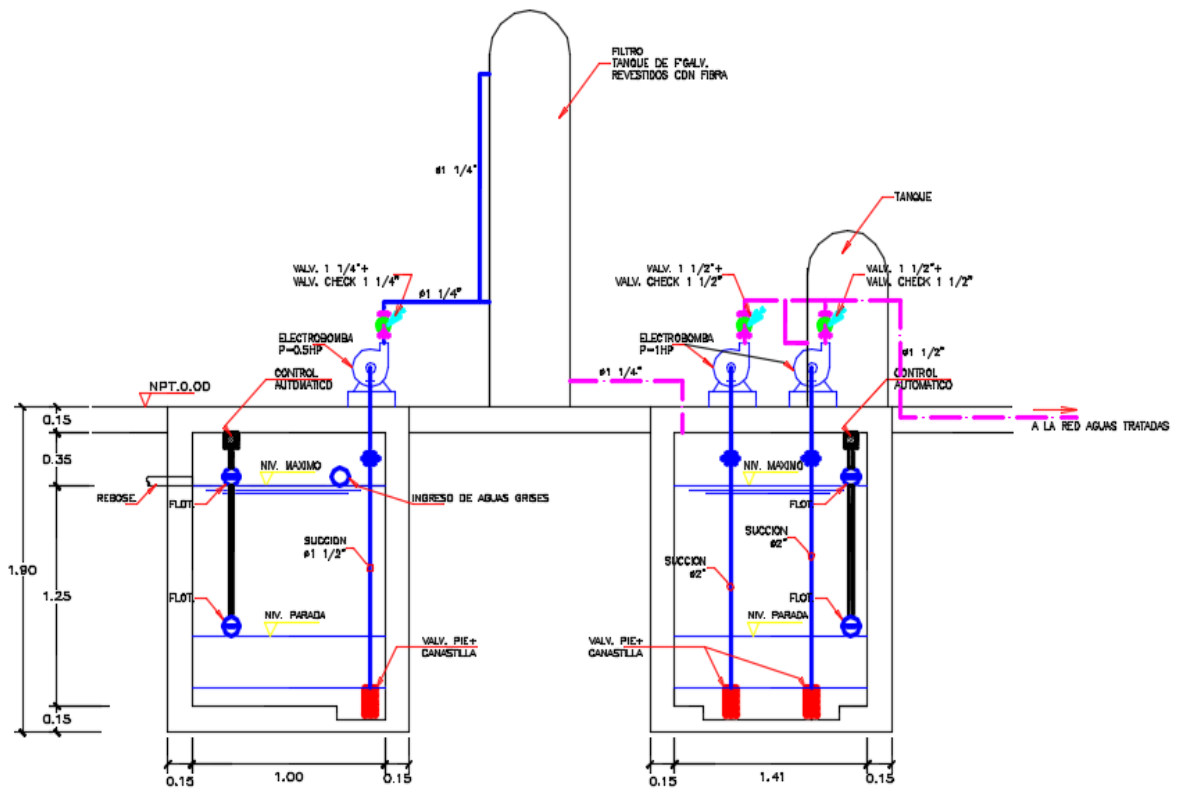


Figura 9. Cuarto de Máquinas



Ahora debemos comparar los costos de inversión del sistema de tratamiento de aguas grises con los costos que generaría el servicio de agua potable y alcantarillado si no reciclamos esas aguas; hay que tener en cuenta también que la tarifa del servicio de agua potable y alcantarillado va aumentando con el transcurso de los años.

Tabla 11. Estructura Tarifaria de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado

CATEGORIA	RANGO DE CONSUMO	ICA TARIFA (S/ / m3)	
	m3 / mes	Agua Potable	Alcantarillado
SOCIAL	0 a Más	0.4232	0.289
DOMÉSTICO	0 a 8	0.4232	0.289
	8 a 20	0.8774	0.289
	20 a Más	2.0511	0.6
COMERCIAL	0 a 30	2.0511	0.9556
	30 a Más	2.9827	1.3895
INDUSTRIAL	0 a Más	2.9827	1.3895
ESTATAL	0 a 30	2.0511	0.9556
	30 a Más	2.9827	1.3895

Fuente: Estructura Tarifaria Vigente - Emapica

Tabla 12. Presupuesto inicial de tratamiento de aguas grises VS ahorro en Servicio de Agua Potable y Alcantarillado

INVERSIÓN INICIAL		VS	AHORRO EN EL SERVICIO	
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES	S/ 10,920.00		61,077.92	CONSUMO DE AGUA MENSUAL (litro)
CISTERNA DE 2500 L	S/ 3,382.00		61.08	CONSUMO DE AGUA MENSUAL (m3)
CISTERNA DE 1250 L	S/ 2,406.31		S/ 2.05	COSTO DE AGUA (S/ / m3)
TANQUE PRESURIZADO 100L	S/ 1,245.31		S/ 0.60	COSTO DE ALCANTARILLADO (S/ / m3)
2 ELECTROBOMBA 1 HP	S/ 1,820.74		S/ 161.86	SUBTOTAL DE COSTO DE SERVICIO (S/)
ACCESORIOS	S/ 287.72		S/ 29.13	IGV 18%
TOTAL	S/ 20,062.08		S/ 190.99	TOTAL

V. DISCUSIÓN

A partir de los Resultados obtenidos, debemos contrastarlos con las Hipótesis que nos planteamos al inicio de la investigación.

DE LA HIPÓTESIS GENERAL:

Se demostró que el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda multifamiliar de 4 pisos si optimiza su consumo de agua potable, ya que al reutilizar esas aguas que comúnmente las desechamos estamos ahorrando 32% del agua potable.

DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA:

Se demostró que el presente diseño de sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda multifamiliar de 4 pisos es viable en el aspecto socio económico a largo plazo, eso debido a que la planta de tratamiento de aguas grises tiene una capacidad mayor a la requerida ya que no encontramos comercialmente una planta con capacidad más baja.

VI. CONCLUSIONES

A partir de los resultados del presente trabajo de investigación y la discusión presentada, se concluye:

- El Diseño de un sistema sanitario que permita la reutilización de las aguas grises en una vivienda multifamiliar permite optimiza el consumo de agua potable en una vivienda multifamiliar de 4 pisos, ahorrando 32% del consumo de agua potable, en este caso.
- Este diseño de sistema sanitario que permite la reutilización de aguas grises es viable en el aspecto socio económico a largo plazo ya que el costo del servicio de agua potable y alcantarillado va en aumento con el transcurso del tiempo.
- El costo establecido en este trabajo de investigación es estimado, ya que puede variar de acuerdo diversos factores, principalmente a la calidad de agua que se quiere obtener y el uso que se le dará.

VII. RECOMENDACIONES

- Este tipo de investigaciones académicas deben ser promovidas con el objetivo de ejecutarlas y poder así mejorar el consumo del agua potable, un líquido tan escaso en estos días.
- Es recomendable escoger edificaciones de mayor cantidad de departamento ya que las plantas de tratamiento están diseñadas para una mayor capacidad de la que estamos considerando.
- Debido a que el consumo de agua gris que emitimos es mayor al agua tratada que requerimos, sería recomendable buscar otro uso a esas aguas tratadas para evitar así desecharlas.
- Es necesario poner más énfasis en este tipo de investigaciones debido a la escasez mundial del agua potable y tomar conciencia del mal uso que a veces solemos darle.

REFERENCIAS

- CRISTINA LOPEZ ASENJO. (2020). *TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES*. IAGUA. <https://www.iagua.es/blogs/cristina-assenjo-lopez/tratamiento-aguas-grises>
- AQUA ESPAÑA. (2018, 28 septiembre). *AGUAS GRISES: ORIGEN COMPOSICION y TECNOLOGIAS PARA SU RECICLAJE. AGUASRESIDUALES.INFO*.
<https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/aguas-grises-origen-composicion-y-tecnologias-para-su-reciclaje>
- SEDAPAL. (2020, 21 noviembre). *ESTRUCTURA TARIFARIA. SEDAPAL*. <https://www.sedapal.com.pe/storage/objects/estructura-tarifaria-21112020.pdf>
- AQUA ESPAÑA. (2016). *GUIA TÉCNICA DE RECOMENDACIONES PARA EL RECICLAJE DE AGUAS GRISES EN EDIFICIOS*. AQUAESPANA.ORG.
<https://aquaespana.org/sites/default/files/documents/files/Guia.tecnica%20grises.pdf>
- Espinoza Rodríguez, Héctor Jhoel. (2018). *Procesos constructivos en la planta de tratamiento para la reutilización de aguas residuales del Mall El Quinde de Ica – 2018*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38600>
- HOWARD PERLMAN. (2017, 29 agosto). *WATER SCIENCE FOR SCHOOLS: WATER QUALITY. SCIENCE FOR A CHANGING WORLD*.
<https://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html>
- Eva Eriksson; Karina Auffarth; Mogens Henze; Anna Ledin (Ed.). (2002). *URBAN WATER (CHARACTERISTICS OF GREY WASTEWATER ed., Vol. 4)*. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1462-0758\(01\)00064-4](https://doi.org/10.1016/S1462-0758(01)00064-4)
- Cornelia Merz; René Scheumann; Bouchaib El Hamourib; Matthias Kraume (Ed.). (2007). *DESALINATION (Membrane bioreactor technology for the treatment of greywater from a sports and leisure club ed., Vol. 215)*. ELSEVIER. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2006.10.026>

- Erika Sonia Quiñonez Alvarado, Galo Mauricio Durán Salazar y Flor María Lorena Estrada Carrera (2016): *Propuesta de sistema de recolección y tratamiento de aguas jabonosas y grises en la Isla Puná*, *Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, n. 25 (febrero 2016). En línea: <http://www.eumed.net/rev/delos/25/tratamiento.html>
- Castañeda Villanueva, Aldo Antonio, & Flores López, Hugo Ernesto (2013). Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante plantas macrófitas típicas en Los Altos de Jalisco, México. Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad, (5), [fecha de Consulta 24 de Febrero de 2021]. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4990/499051554003>
- Pari Quispe, Pedro. (2018). Reutilización de Aguas Grises Domésticas ante la Insuficiencia de Agua Potable en Edificios Multifamiliares - Lima. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/782>
- MIGUEL ANGEL MAURICIO RUIZ CASTILLO. (2019). *SISTEMA DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES APLICABLES A SECTORES URBANOS CON DÉFICIT HÍDRICO*. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/48671>
- Construcción, C. P. & Cámara Peruana de la Construcción. (2016). Reglamento Nacional de edificaciones. Apoyo Grafico.
- RICARDO MARTIN HERENCIA RAMOS; JENSY HAYRO SANDOVAL CADILLO. (2020). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES EN EL DISTRITO DE COMAS - LIMA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE*. http://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6671/herencia_rrm-sandoval_cjh.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Díaz Cuenca, Elizabeth; Alvarado Granados; Alejandro Rafael; Camacho Calzada, Karina Elizabeth (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. Quivera. *Revista de Estudios Territoriales*, 14(1),78-97. [fecha de Consulta 24 de Febrero de

2021]. ISSN: 1405-8626. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=401/40123894005>

- Fangyue Lia; Knut Wichmanna; Ralf Otterpohl. (2009). Science of the Total Environment. ELSEVIER, 3439-3449. https://www.researchgate.net/publication/24145844_Review_of_the_technological_approaches_for_grey_water_treatment_and_reuses
- Valera Málaga, Alex Robert. (2017). *Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017.* <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16657>
- Agua y Territorio, R. (2018). Estadísticas. *Agua y Territorio*, 12, 169-170. <https://doi.org/10.17561/at.12.4075>
- INE. (2008). Estadísticas e indicadores del agua más información en: DEPÓSITO LEGAL: M-17947-2001 ISSN: 1579-2277 www.ine.es NIPO: 605-08-006-6 estadísticas la información estadística, instrumento necesario para una mejor gestión del agua. *BOLETIN INFORMATIVO DEL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA*, 1-12. <https://www.ine.es/revistas/cifraine/0108.pdf>
- Velarde Fabio; Sianca Efraín; Castro Grisneyly; Him Liz; Gómez Marlenys. (2019). Tratamiento y reutilización del agua residual de lavadora. *REVISTA DE INICIACIÓN CIENTÍFICA*, 4(2), 36-39. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.2.2149>
- Eliet Veliz Lorenzo; José Guadalupe Llanes Ocaña; Lidia Asela Fernández; Mayra Bataller Venta. (2009). Reúso de aguas residuales domésticas para riego agrícola. Valoración crítica. *CENIC*, 40(1), 35-44. <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181221574007.pdf>
- Olive Heffernan. (2014). Reutilización de aguas residuales. *INVESTIGACION Y CIENCIA*, 1. <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/la-vida-en-un-mundo-conectado-607/reutilizacion-de-aguas-residuales-12344>
- Manco Silva, Deibys Gildardo, & Guerrero Erazo, Jhoniers, & Ocampo Cruz, Ana María (2012). EFICIENCIA EN EL CONSUMO DE AGUA DE

USO RESIDENCIAL. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 11(21),23-38. [fecha de Consulta 24 de Febrero de 2021]. ISSN: 1692-3324. Disponible

en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=750/75025842003>

- Jessica Bibiana Chiguasuque Loaiza. (2017). *Desarrollo de guía técnica para la implementación de un sistema de reutilización de aguas grises en proyectos de vivienda en Colombia*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/350/
- GEZAHEGN HAILEMARIAM. (2018). *OPTIMIZATION ANALYSIS OF WATER SUPPLY DISTRIBUTION SYSTEM THE CASE STUDY OF AWASH SEBAT KILLO TOWN DISTRIBUTION SYSTEM*. <http://etd.aau.edu.et/bitstream/handle/123456789/15850/Gezahegn%20Hailemariam.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MARKUS SUNELA. (2017). *Real-Time Control Optimization of Water Distribution System with Storage*. https://tutcris.tut.fi/portal/files/16756236/Real_Time_Control_Optimization_of_Water_Distribution_System_with_Storage.pdf
- Okon B. B., Okon V. E., Tom K. A. (2018). Optimization of Water Flow in Sustainable Buildings. *Scientific & Academic Publishing*, 8(3), 62-66. <https://doi.org/10.5923/j.ijee.20180803.02>
- Xiaofeng, W. (2015). Research on the Building Water Supply and Drainage System Energy Saving Methodology based on Structure Optimization. ATLANTIS PRESS, 1. <https://doi.org/10.2991/iemb-15.2015.37>
- Hyde, K., Smith, M. J., & Adeyeye, K. (2016). Developments in the quality of treated greywater supplies for buildings, and associated user perception and acceptance. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 12(2), 136-140. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctw006>
- Taemthong, W., & Phenphon, P. (2017). Grey Water Recycle System for a University Building: A Case Study in Thailand. *International Journal of Environmental Science and Development*, 8(6), 421-424. <https://doi.org/10.18178/ijesd.2017.8.6.990>

- Juan, Y.-K., Chen, Y., & Lin, J.-M. (2016). Greywater Reuse System Design and Economic Analysis for Residential Buildings in Taiwan. *Water*, 8(11), 546. <https://doi.org/10.3390/w8110546>
- Yoonus, H., & Al-Ghamdi, S. G. (2020). Environmental performance of building integrated grey water reuse systems based on Life-Cycle Assessment: A systematic and bibliographic analysis. *Science of The Total Environment*, 712, 136535. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136535>
- Taemthong, W. (2018). GREY WATER RECYCLING FOR REUSE IN TOILET FLUSHING: A CASE STUDY IN THAILAND. *Journal of Green Building*, 13(1), 73-82. <https://doi.org/10.3992/1943-4618.13.1.73>
- Oteng-Peprah, M., Acheampong, M. A., & deVries, N. K. (2018). Greywater Characteristics, Treatment Systems, Reuse Strategies and User Perception—a Review. *Water, Air, & Soil Pollution*, 229(8), 255. <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3909-8>
- CHRISTIAN GAVILA REAHMEL. (2017). BENEFICIOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PERU. *AGUA Y SANEAMIENTO*, I, 14-16. https://issuu.com/construccionyvivienda/docs/revista_agua_y_saneamiento
- CHRISTIAN GAVILA REAHMEL. (2017). BENEFICIOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PERU. *AGUA Y SANEAMIENTO*, I, 14-16. https://issuu.com/construccionyvivienda/docs/revista_agua_y_saneamiento
- Villena Chávez, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 304. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- J. Fernando Larios- Meoño, Carlos González Taranco, & Yennyfer Morales Olivares. (2015). LAS AGUAS RESIDUALES y SUS CONSECUENCIAS EN EL PERÚ. *SABER Y HACER*, 2(2), 09-25. <https://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>

- Deibys Gildardo Manco Silva, Jhoniers Guerrero Erazo, & Ana María Ocampo Cruz. (2012). EFICIENCIA EN EL CONSUMO DE AGUA DE USO RESIDENCIAL. *INGENIERIAS*, 11(21), 23-38. <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v11n21/v11n21a03.pdf>
- Farhaoui, M., & Derraz, M. (2016). Review on Optimization of Drinking Water Treatment Process. *Journal of Water Resource and Protection*, 08(08), 777-786. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2016.88063>
- Vieira, B. S., Mayerle, S. F., Campos, L. M. S., & Coelho, L. C. (2020). Optimizing drinking water distribution system operations. *European Journal of Operational Research*, 280(3), 1035-1050. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.07.060>

ANEXOS

ANEXO 3: MATRIZ DE OPERACIONALIDAD

“OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR MEDIANTE SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES, EN SECTOR LOS LUNAS-ICA”.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	TÉCNICA Y/O INSTRUMENTOS
OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA	Consiste en darle un uso correcto al agua, reduciendo su consumo.	Esta parte se evaluará mediante la ficha de observación y las encuestas conociendo que uso le dan al agua y que cantidad de agua perciben por vivienda.	REDISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA SANITARIO	SISTEMA SANITARIO	INTERVALO	OBSERVACIÓN / FICHA DE OBSERVACIÓN
REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES	Consiste en darle un segundo uso a las aguas grises antes de derivarlas a la red pública.	Esta variable la analizaremos con los resultados obtenidos en las encuestas y considerando las fichas técnicas para saber que tipo de uso podríamos darle a estas aguas antes de ser derivadas a la red pública.	ASPECTO SOCIO-ECONÓMICO	COSTO DE OPERACIÓN		ENCUESTA

ANEXO 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR MEDIANTE SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES, EN SECTOR LOS LUNAS-ICA”.

PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICO	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO	HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICA	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿El diseño de un sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda multifamiliar puede optimizar su consumo de agua potable?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Optimizar el consumo de agua potable en una vivienda multifamiliar diseñando un sistema de reutilización de aguas grises</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: El diseño de un sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda multifamiliar optimizará su consumo de agua potable</p>	<p>DEPENDIENTE: Optimización del consumo de Agua Potable</p>	<p>REDISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA SANITARIO</p>	<p>SISTEMA SANITARIO</p>	<p>TIPO: Exploratoria analítica</p>
						<p>ENFOQUE: Cuantitativo</p>
						<p>DISEÑO: No Experimental</p>
						<p>TÉCNICA: Observación, Encuesta</p>
						<p>INSTRUMENTOS: Ficha de Observación Encuesta</p>
<p>PROBLEMA ESPECÍFICO: ¿Es viable en el aspecto socio económico el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda multifamiliar?</p>	<p>OBJETIVO ESPECÍFICO: Viabilizar en el aspecto socio económico el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda multifamiliar</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA: El diseño de un sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda multifamiliar es viable en el aspecto Socio económico</p>	<p>INDEPENDIENTE: Reutilización de Aguas Grises</p>	<p>ASPECTO SOCIO-ECONÓMICO</p>	<p>COSTO DE OPERACIÓN</p>	<p>POBLACIÓN: 100 viviendas licalizadas en el sector de influencia</p>
						<p>MUESTRA: El 10% de la Población</p>
						<p>ESCALA DE MEDICIÓN: Intervalo</p>

ANEXO 5: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo: Roger Alberto Príncipe Reyes con DNI N°: 02805945 Dr. en Administración N° CIP 43516, de profesión Ingeniero Civil Desempeñándome actualmente como Docente a tiempo completo en la Facultad de Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Civil En la Universidad Cesar Vallejo

- Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Encuesta y Ficha de Observación.

Ficha de observación.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo el 20 de diciembre del 2020.

Dr. : Roger Alberto Príncipe Reyes
DNI : 02805945
Especialidad : Ingeniero Civil
E-mail : principe20066@yahoo.es

ANEXO 6: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ENCUESTA

PROYECTO	"OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR MEDIANTE SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES, EN SECTOR LOS LUNAS-ICA"
AUTORES	<ul style="list-style-type: none">• HECTOR JESUS SOTELO ALFARO• JESUS ALEJANDRO SOTELO HUAMAN

Nombre y Apellido del Jefe de Familia:

Nº de Integrantes de la Familia:

Tipo de Vivienda:

Nº DE VIVIENDA:

¿DE DONDE OBTIENE EL AGUA DE CONSUMO?

Red Pública

Carro Repartidor

Pozo

Otros

¿CONQUE TIPO DE INSTALACIÓN SANITARIA CUENTA LA VIVIENDA?

Inodoro y Alcantarillado

Inodoro y Pozo Séptico

Inodoro y Pozo Ciego

Letrina

CONSIDERACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

Bueno

Regular

Malo

CONSIDERACIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADOBueno Regular Malo **CONSUMO DE AGUA POTABLE:****USO DE DUCHA:**

	CANTIDAD DE VECES	TIEMPO DE USO	TIEMPO TOTAL DE USO
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			

USO DE LAVADERO DE MANOS:

	CANTIDAD DE VECES	TIEMPO DE USO	TIEMPO TOTAL DE USO
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			

USO DE LAVADERO (LAVANDERÍA):

	CANTIDAD DE VECES	CANTIDAD DE AGUA EMPLEADA	CANTIDAD TOTAL DE AGUA REQUERIDA
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			

USO DE LAVADORA:

	CANTIDAD DE VECES	CARACTERÍSTICA (KG)	TIEMPO DE USO POR VEZ
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			

REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES:

TANQUE DEL INODORO:

	VOLUMEN DEL TANQUE	Nº DE VECES QUE TIRA DE LA CADENA	CANTIDAD TOTAL DE AGUA REQUERIDA
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			

LAVADO DE PISOS:

	CANTIDAD DE VECES	CANTIDAD DE AGUA EMPLEADA	CANTIDAD TOTAL DE AGUA REQUERIDA
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			
INTEGRANTE N°			

NOTA:

EN ESTE INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS SE ESTÁ CONSIDERANDO EL CONSUMO SEMANAL DE AGUA POTABLE DEL GRUPO FAMILIAR.

FICHA DE OBSERVACIÓN

PROYECTO	"OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR MEDIANTE SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES, EN SECTOR LOS LUNAS-ICA"
AUTORES	<ul style="list-style-type: none">• HECTOR JESUS SOTELO ALFARO• JESUS ALEJANDRO SOTELO HUAMAN

N° DE VIVIENDA:

¿La Vivienda cuenta con cisterna para el almacenamiento de agua?

SI

NO

¿La Vivienda cuenta con Tanque Elevado?

SI

NO

¿Tiene Buzón para el Alcantarillado?

SI

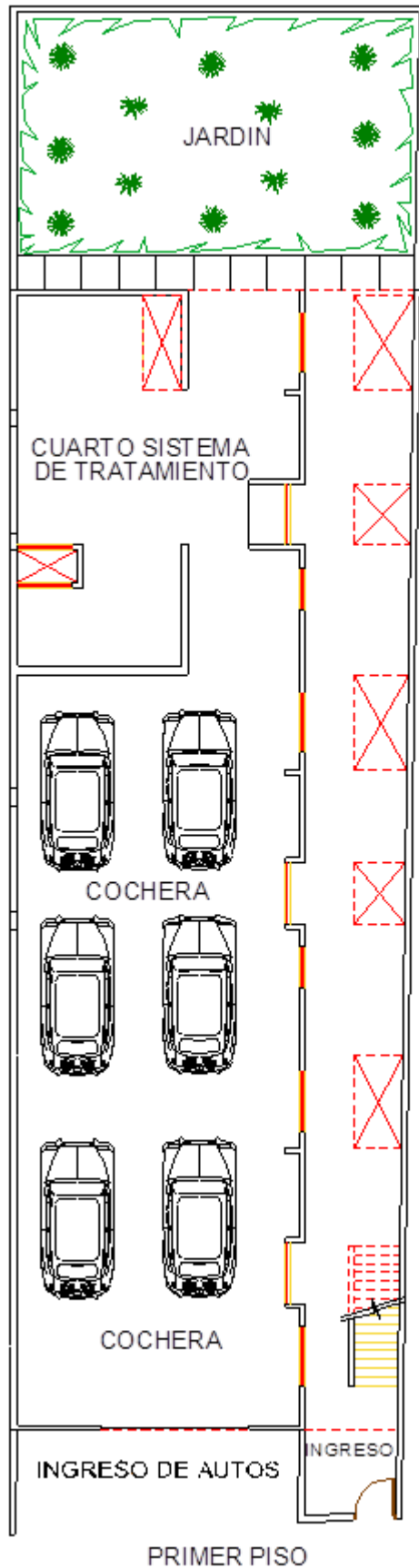
NO

¿Cuentan con medidor de agua?

SI

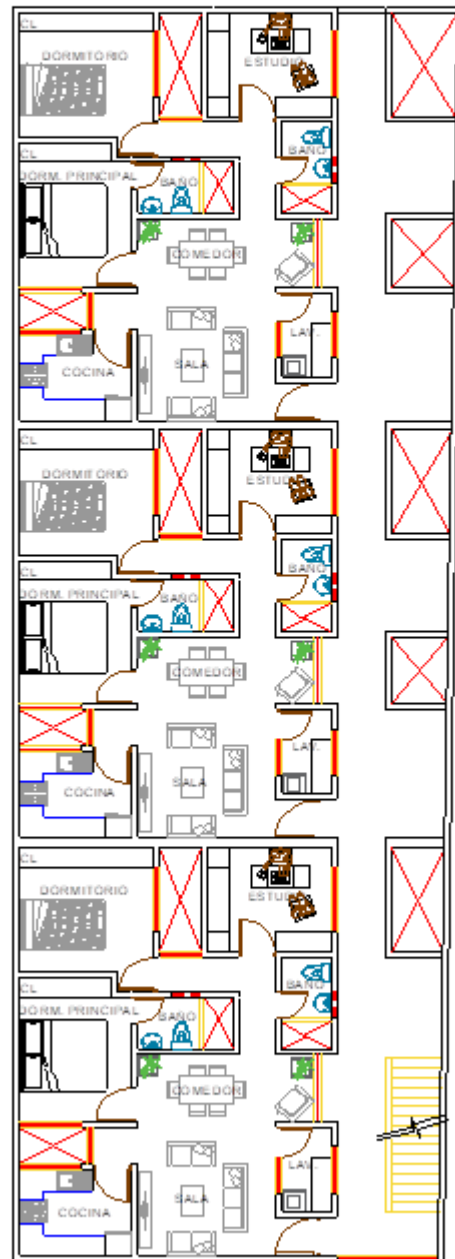
NO

ANEXO 8: Plano de Distribución de la Edificación



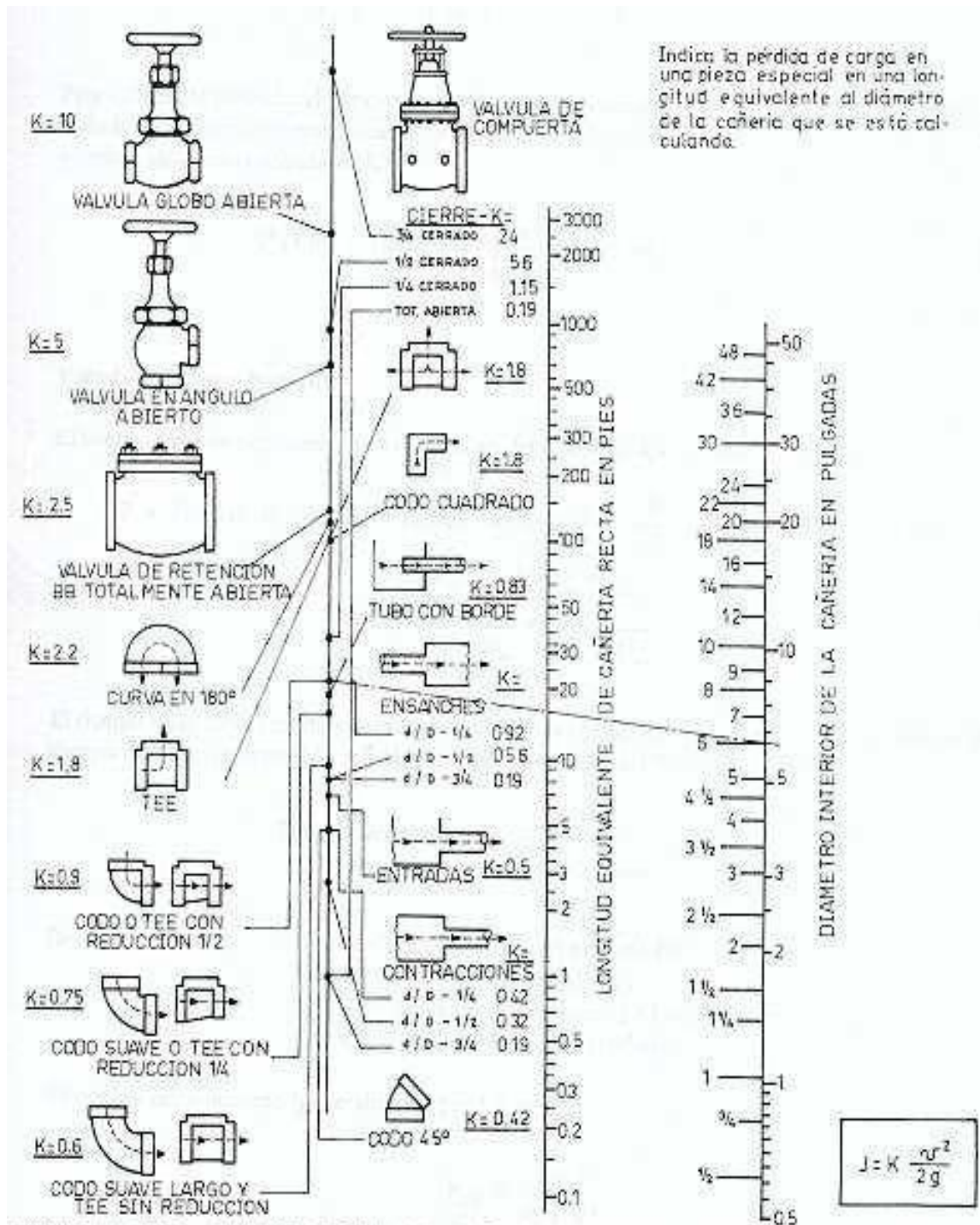
CUADRO DE AREAS

AREA DEL TERRENO	: 434.68 m ²
AREA CONST.-1°PISO	: 297.59 m ²
AREA CONST.-2°PISO	: 297.59 m ²
AREA CONST.-3°PISO	: 297.39 m ²
AREA CONST.-4°PISO	: 297.39 m ²
AREA TOTAL	: 1193.56 m ²
AREA LIBRE	: 137.29 m ²



SEGUNDO, TERCER Y CUARTO PISO
 DPTO: 201-202-203;301-302-303;401-402-403

ANEXO 9: Ábaco de pérdida de cargas en Accesorios



EJEMPLO: LA LINEA PUNTEADA INDICA QUE LA RESISTENCIA DE UN CODO ES EQUIVALENTE A, APROXIMADAMENTE, 16 PIES DE CAÑERIA DE 6" DE DIAMETRO. (1PIE=30.5cm; 1PULG.= 2.54cm). ASUMIENDO UN CAUDAL Q=25ft³/sg Y USANDO HAZEN Y WILLIAMS CON PVC Ø150 C-10, NOS DA UNA PERDIDA J=0,0131mm; PARA L=488m=J•L=488•0,0131=0,064m=6.4cm.

$$J = K \frac{v^2}{2g}$$

ANEXO 10: Plano Isométrico de Agua Tratada

