



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
GRISES PARA EL APROVECHAMIENTO HÍDRICO EN UN
EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 13 PISOS UBICADO EN EL
DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE LIMA,
DEPARTAMENTO DE LIMA**

PRESENTADA POR

**AARON CELIO BALVIN HUATUCO
JOSE JORDAN BARRIONUEVO MANRIQUE**

ASESORES

**ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**LIMA – PERÚ
2021**



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES PARA EL
APROVECHAMIENTO HÍDRICO EN UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 13 PISOS
UBICADO EN EL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE LIMA,
DEPARTAMENTO DE LIMA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

**BALVIN HUATUCO, AARON CELIO
BARRIONUEVO MANRIQUE, JOSE JORDAN**

LIMA-PERÚ

2021

DEDICATORIA

Esta tesis dedicada en primer lugar al creador de universo por otorgarme bendiciones ya que sin su bendición nada de esto sería posible, a mi madre Sonia quien me enseñó que todo esfuerzo tiene sus recompensas y que con todo sacrificio que pueda realizar al final tendrá grandes resultados en mi vida, a José mi padre que me inculco que más valiosos es la salud familiar que las cosas materiales, asimismo dedico este trabajo a mi hermana Jimena por siempre estar conmigo apoyándome en todo lo que me proponga y a mi abuela María que desde el cielo me bendice y me cuida cada día.

Jose Jordan Barrionuevo M.

DEDICATORIA

A Dios por concederme el obsequio más grande que es la vida y bendecirme cada día.

A mis adorados padres Celio y Domi ya que fueron los principales gestores de mi sueño de ser Ingeniero Civil, por todos los sabios consejos, valores y principios que me inculcaron, por confiar y creer en todo momento en mí..

A mis queridas hermanas Synthia, Karla por su apoyo y cariño incondicional, a Jahzzel mi hermanita menor. Va para ellos mi profunda admiración.

A todas las personas que en la actualidad no cuentan con agua potable en sus hogares, trabajaremos para que tengan igualdad en abastecimiento de este recurso hídrico.

Aarón Celio Balvin Huatuco.

Primeramente, agradecer al divino creador por otorgarnos salud, vida y guiarnos en cada uno de los momentos difíciles que nos toca pasar que con su misericordia nos empina y nos promueve a seguir adelante con todos los proyectos que nos proponemos, pero lo más importante es bendecirnos para tener las fuerzas y capacidad suficiente para cumplir nuestras metas propuestas.

Balvin Huatuco, Aarón Celio

Barrionuevo Manrique, Jose Jordan

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPITULO I.	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Definición del problema	1
1.2 Formulación del problema	4
1.2.1 Problema General	5
1.2.2 Problema Específico	6
1.3 Objetivos de la Investigación	6
1.3.1 Objetivo General	6
1.3.2 Objetivos Específicos	6
1.4 Justificación de la investigación	7
1.4.1 Importancia de la investigación	7
1.5 Alcances y limitaciones	7
1.6 Viabilidad de la investigación	8
1.6.1 Viabilidad técnica	8
1.6.2 Viabilidad Económica	8
1.6.3 Viabilidad social	8
1.7 Impacto Potencial	8
1.7.1. Impacto Teórico	8
1.7.2. Impacto Práctico	8
CAPÍTULO II.	9
MARCO TEÓRICO	9

2.1	Antecedentes de la investigación	9
	2.1.1. Antecedentes Internacionales	10
	2.1.2. Antecedentes Nacionales	13
2.2	Bases teóricas	16
	2.2.1 Agua	16
	2.2.2 Tratamiento de aguas	16
	2.2.3 Planta de tratamiento de aguas residuales	17
	2.2.4 Tipos de tratamientos existentes en nuestro país	18
	2.2.5 Agua potable	21
	2.2.6 Aguas residuales	21
	2.2.7 Aguas residuales domesticas	22
	2.2.8 Elementos de tratamiento de aguas grises	24
	2.2.9 Calidad de vida	25
	2.2.10 Compromiso con el medio ambiente	25
	2.2.11 Consumo responsable del agua	26
	2.2.12 Impacto ambiental positivo	26
	2.2.13 Reutilización de Agua	26
	2.2.14 Recurso hídrico	26
	2.2.15 Trampa de grasa	27
	2.2.16 Cámara de paso o inspección	28
	2.2.17 Carbón Activado	29
	2.2.18 Adsorción	29
	2.2.19 Filtro	29
	2.2.20 Filtro de carbón activado	30
	2.2.21 Estudio hidrológico	32
	2.2.22 Estudio de población	32
2.3	Definición de términos básicos	32

2.3.1 Presión	32
2.3.2 Residual	33
2.3.3 Diseño	33
2.3.4 Impacto ambiental	33
2.4 Formulación de la Hipótesis.	33
2.4.1 Hipótesis General	33
2.4.2 Hipótesis Específicas	34
CAPÍTULO III	35
METODOLOGÍA	35
3.1 Diseño metodológico	35
3.1.1 Enfoque de la investigación	35
3.1.2 Alcance de la investigación	35
3.1.3 Diseño de la investigación	36
3.2. Variables	36
3.2.1 Variable independiente	36
3.2.2 Variable dependiente	37
3.2.3 Título de la investigación	37
3.2.4 Matriz de operacionalización de las variables	38
3.3 Población y muestra	39
3.3.1 Población	39
3.3.2 Muestra	39
3.4. Instrumentos	40
3.5 Técnicas de recolección de datos	40
3.6. Técnicas de procesamiento de datos	40
CAPITULO IV.	41
DESARROLLO	41
4.1. Generalidades	41

4.2. Caudal máximo de llegada	41
4.3. Trampa de Grasa	48
4.4. Volumen de la cámara de paso	50
4.5. Volumen de cisterna de agua tratada	51
4.6. Equipo de bombeo de la cámara de paso a la cisterna de agua tratada	52
4.6.1. Diámetro de tuberías	53
4.6.2. Altura dinámica total	54
4.7. Máxima demanda simultanea	60
4.8. Equipo de bombeo de la cisterna de agua tratada a la distribución	60
4.8.1. Diámetro de tuberías	61
4.8.2. Altura dinámica total	61
4.9. Volumen de la cámara de desagüe	83
4.9.1. Volumen de desagüe	84
4.9.2. Volumen de sumidero	86
4.10. Equipo de bombeo de la cámara de desagüe	87
4.10.1. Diámetro de tuberías	87
4.10.2. Altura dinámica total	88
4.11. Filtros	92
CAPITULO V.	93
RESULTADOS	93
5.1. Sistema de recolección	93
5.1.1. Diámetro de tuberías	93
5.1.2. Volumen de trampa de grasa	93
5.1.3. Volumen de la cámara de paso	94
5.2. Camara de tratamiento	94
5.2.1. Diámetro de tuberías y equipo de bombeo	94

5.2.2. Sistema de Filtros	95
5.3. Sistema de distribución	95
5.3.1. Diseño del volumen de cisterna de agua tratada	96
5.3.2. Diámetro de tuberías y equipo de bombeo	96
5.4. Sistema de evacuación	98
5.4.1. Volumen de cámara de desagüe	98
5.4.2. Diámetro de tuberías y equipo de bombeo	98
CAPÍTULO VI.	100
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	100
6.1. Contrastación de Antecedentes	100
6.1.1. Contrastación de antecedente internacional	100
6.1.2. Contrastación de antecedente nacional	100
6.2 Contrastación de Hipótesis	101
6.2.1. H. General	101
6.2.2. H. Específica	101
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	105
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	106

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Registro de saneamiento en el Perú.....	4
Figura 2: Edificio multifamiliar Grand Central.....	5
Figura 3: Sistema de tratamiento del agua de una lavadora.	13
Figura 4: Red pública dentro de la vivienda	15
Figura 5: Red pública fuera de la vivienda	15
Figura 6: Tratamiento de aguas residuales	17
Figura 7: Distribución de las PTAR en Lima	19
Figura 8: Aguas residuales	22
Figura 9 Aguas grises	25
Figura 10: Consumo responsable de Agua	26
Figura 11: Plano de Trampa de grasa	27
Figura 12: Plano de cámara de paso	29
Figura 13: Filtro Carbón activado	30
Figura 14: Estructura Filtro de Carbón	31
Figura 15: Plano de bombeo de la cámara de paso.....	55
Figura 16: Plano de bombeo de la cisterna	63
Figura 17: <i>Esquema de bombeo de la cámara de desagüe</i>	87

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Consumo de Agua en Lima	3
Tabla 2 Tabla de filtro de carbono	31
Tabla 3 Numero de lavamanos	43
Tabla 4 Numero de duchas.....	43
Tabla 5 Numero de lavanderías.....	44
Tabla 6 Numero de lavadoras.....	47
Tabla 8 Distribución de descarga de montantes	48
Tabla 9 Numero total de Unidades Hunter de recolección.....	49
Tabla 10 Numero total de Unidades Hunter interpolación	50
Tabla 11 Trampa de grasa - periodos.....	50
Tabla 12 Dimensiones Trampa de grasa	51
Tabla 13 Camara de paso – caudal y tiempo	51
Tabla 14 Dimensiones – cámara de paso.....	51
Tabla 15 Cantidad de Inodoros.....	52
Tabla 16 Dotación diaria y periodos.....	53
Tabla 17 Dimensiones – cisterna agua tratada.....	53
Tabla 18 accesorios – equipo de bombeo, Tramo A-B.....	56
Tabla 19 Longitudes – equipo de bombeo, Tramo A-B.....	56
Tabla 20 accesorios – equipo de bombeo, Tramo B-C.....	56
Tabla 21 Longitudes – equipo de bombeo, Tramo B-C	57
Tabla 22 accesorios – equipo de bombeo, Tramo C-D.....	57
Tabla 23 Longitudes – equipo de bombeo, Tramo C-D	57
Tabla 24 accesorios – equipo de bombeo, Tramo D-E.....	57
Tabla 25 Longitudes – equipo de bombeo, Tramo D-E	58
Tabla 26 accesorios – equipo de bombeo, Tramo E-F	58
Tabla 27 Longitudes – equipo de bombeo, Tramo E-F	58
Tabla 28 accesorios – equipo de bombeo, Tramo F-G.....	59
Tabla 29 Longitudes – equipo de bombeo, Tramo F-G	59
Tabla 30 Características caudal – equipo de bombeo	60

Página

Tabla 31 Numero total de Unidades Hunter para inodoros.....	60
Tabla 32 Numero total de Unidades Hunter inodoros - Interpolación	61
Tabla 33 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo F-G.....	64
Tabla 34 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo F-G.....	64
Tabla 35 accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo B-C.....	64
Tabla 36 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo B-C.....	65
Tabla 37 accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo C-D.	65
Tabla 38 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo C-D.	65
Tabla 39 accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo D-E.....	66
Tabla 40 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo D-E.....	66
Tabla 41 accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo E-F.....	66
Tabla 42 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo E-F.....	66
Tabla 43 Número de Unidades Hunter en el tramo F-G.	67
Tabla 44 Número de Unidades Hunter en el tramo F-G, Interpolación.....	67
Tabla 45 accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo F-G.....	67
Tabla 46 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo F-G.....	68
Tabla 47 Número de Unidades Hunter en el tramo G-H.	68
Tabla 48 Número de Unidades Hunter en el tramo G-H, Interpolación.....	68

	Página
Tabla 49 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo G-H.	69
Tabla 50 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo G-H.	69
Tabla 51 Número de Unidades Hunter en el tramo H-I.	69
Tabla 52 Número de Unidades Hunter en el tramo H-I, Interpolación.	69
Tabla 53 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo H-I.	70
Tabla 54 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo H-I.	70
Tabla 55 Número de Unidades Hunter en el tramo I-J.	70
Tabla 56 Número de Unidades Hunter en el tramo I-J, Interpolación.	71
Tabla 57 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo I-J.	71
Tabla 58 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo I-J.	71
Tabla 59 Número de Unidades Hunter en el tramo J-K.	71
Tabla 60 Número de Unidades Hunter en el tramo J-K, Interpolación.	72
Tabla 61 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo J-K.	72
Tabla 62 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo J-K.	72
Tabla 63 Número de Unidades Hunter en el tramo K-L.	73
Tabla 64 Número de Unidades Hunter en el tramo K-L, Interpolación.	73
Tabla 65 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo K-L.	73
Tabla 66 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo K-L.	73
Tabla 67 Número de Unidades Hunter en el tramo L-M.	74
Tabla 68 Número de Unidades Hunter en el tramo L-M, Interpolación.	74

Tabla 69 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo L-M.....	74
Tabla 70 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo L-M.....	75
Tabla 71 Número de Unidades Hunter. en el tramo M-N.....	75
Tabla 72 Número de Unidades Hunter en el tramo M-N, Interpolación.	75
Tabla 73 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo M-N.....	75
Tabla 74 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo M-N.....	76
Tabla 75 Número de Unidades Hunter en el tramo N-Ñ.	76
Tabla 76 Número de Unidades Hunter en el tramo N-Ñ, Interpolación.....	76
Tabla 77 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo N-Ñ.	77
Tabla 78 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo N-Ñ.	77
Tabla 79 Número de Unidades Hunter en el tramo Ñ-O.	77
Tabla 80 Número de Unidades Hunter en el tramo Ñ-O, Interpolación.....	77
Tabla 81 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo Ñ-O.	78
Tabla 82 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo Ñ-O.	78
Tabla 83 Número de Unidades Hunter en el tramo O-P.	78
Tabla 84 Número de Unidades Hunter en el tramo O-P, Interpolación.....	75
Tabla 85 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo O-P.	79
Tabla 86 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo O-P.	79
Tabla 87 Número de Unidades Hunter. en el tramo P-Q.	79
Tabla 88 Número de Unidades Hunter. en el tramo P-Q, Interpolación.....	79

Tabla 89 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo P-Q.	80
Tabla 90 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo P-Q.	80
Tabla 91 Número de Unidades Hunter en el tramo Q-R.	80
Tabla 92 Número de Unidades Hunter en el tramo Q-R, Interpolación.	81
Tabla 93 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo Q-R.	81
Tabla 94 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo Q-R.	81
Tabla 95 Dotación según numero de dormitorios por cda departamento. ...	81
Tabla 96 Dotación total diaria	83
Tabla 97 Número total de Unidades Hunter.	83
Tabla 98 Porcentaje de generacion de aguas grises y negras.	84
Tabla 99 volumen de desagüe.	84
Tabla 100 Caudal y tiempo - Desague.	85
Tabla 101 Caudal Máximo y Caudal Mínimo.	85
Tabla 102 Accesorios – equipo de bombeo camara de desague, Tramo A-B.	86
Tabla 103 Longitudes – equipo de bombeo camara de desague, Tramo A-B.	85
Tabla 104 Accesorios – equipo de bombeo camara de desague, Tramo B-C.	88
Tabla 105 Longitudes – equipo de bombeo camara de desague, Tramo B-C.	88
Tabla 106 Accesorios – equipo de bombeo camara de desague, Tramo C-D.	89
Tabla 107 Longitudes – equipo de bombeo camara de desague, Tramo C-D.	89
Tabla 108 Caudal bombeo, altura dinámica y eficiencia.	89
Tabla 109 Dimensiones Trampa de Grasa.	90

Tabla 110 Dimensiones Camara de Paso.	93
Tabla 111 Diametro de tuberias y equipo de bombeo.	93
Tabla 112 Dimensiones Cisterna de agua tratada.	95
Tabla 113 Diametro de tuberias y equipo de bombeo - distribución.	96
Tabla 114 Dimensiones cámara de desague.....	98
Tabla 115 Diametro de tuberias y equipo de bombeo - desague.....	98
Tabla 116 Contrastación de antecedente Internacional.....	100
Tabla 117 Contrastación de antecedente Nacional.	100

RESUMEN

La situación problemática de esta tesis se origina debido al excesivo consumo de agua potable en el distrito de Miraflores, en un 400% mayor de lo que estipula la Organización Mundial de la Salud (OMS), con esto quitando la posibilidad de que más personas puedan tener este recurso hídrico.

La presente investigación tiene como objetivo elaborar el diseño de una red de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico en un edificio de 13 pisos ubicado en el distrito de Miraflores, provincia de Lima, departamento de Lima.

La metodología desarrollada fue cuantitativa, obteniendo valores medibles y pertenece a un diseño no experimental. Asimismo la investigación es de tipo descriptiva porque está focalizada en el reúso de aguas grises para un correcto desarrollo.

El desarrollo se divide en 4 partes que son; diseño de red de recolección calculando los diámetros de tuberías y volumen de almacenamiento de recolección, diseño de red de tratamiento calculando los diámetros de tuberías, sistema de filtros y equipo de bombeo de tratamiento, diseño de sistema de distribución calculando el volumen de almacenamiento, diámetro de tuberías y equipo de bombeo de distribución y por último el diseño de sistema de eliminación calculando el volumen de desagüe, diámetro de tuberías y equipo de bombeo.

Finalmente se tiene como resultado el diseño del sistema de tratamiento de aguas grises que permite la reducción de 26.00 m³ del consumo diario, en consecuencia, el ahorro del caudal de agua potable será de 780 m³ mensuales.

Palabras clave: sistema de tratamiento, aguas grises, agua potable, edificios multifamiliares, reutilización, diseño, reducción, consumo, abastecimiento.

ABSTRACT

The problematic situation of this thesis originates due to the excess spending of drinking water in the district of Miraflores, 400% higher than what the World Health Organization (WHO) stipulates, thus removing the possibility that more people may have this water resource.

The objective of this research is to develop the design of a gray water treatment system for water use in a 13-story building located in the district of Miraflores, province of Lima, department of Lima.

The methodology developed was quantitative, obtaining measurable values and belongs to a non-experimental design. The research is descriptive because it is focused on the reuse of gray water for proper development.

The development is divided into 4 parts that are; collection system design calculating pipe diameters and collection storage volume, treatment system design calculating pipe diameters, filter system and treatment pumping equipment, distribution system design calculating storage volume, diameter of pipes and distribution pumping equipment and finally the design of the elimination system calculating the drainage volume, pipe diameter and pumping equipment.

Finally, the result is the design of the gray water treatment system that allows the reduction of 26.00 m³ of daily consumption, consequently, the saving of the drinking water flow will be 780 m³ per month.

Keywords: treatment system, gray water, drinking water, multi-family buildings, reuse, design, reduction, consumption, supply.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad nos localizamos con una sobrepoblación mundial y con altos índices de consumo de agua. La problemática mundial no es por el consumo vasto si no, en el uso incorrecto que le damos a este recurso hídrico. No todos somos conscientes de lo que sucede con nuestros recursos vitales. Varios gobiernos piensan en como disminuir la pobreza, en como subsistir y salvaguardar a tantos seres humanos en este planeta y por otro lado son pocos los gobiernos que piensan en proteger nuestro planeta. El proteger el futuro venidero, de nuestros hijos y nietos, regulando leyes y normas que cuidan nuestros recursos naturales, promover una cultura sostenible y energías renovables son obligaciones de urgencia en nuestra sociedad. Esta solución que se brinda en nuestra tesis no debería ser solo una solución técnica, a esto se debe sumar un amplio estudio con intervenciones sociales, culturales y políticas.

El origen problemático de estas tesis determina que la escasez hídrica se da por varios factores, siendo, el uso excesivo de agua potable, uno de estos; por lo que es de gran importancia diseñar una alternativa que brinde una solución el gasto de agua potable en todas sus formas, por lo tanto, la solución que se presenta es un sistema de tratamiento de aguas grises, conformado por un sistema de recolección, de tratamiento, de distribución y de evacuación. Todo esto teniendo en cuenta las normas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y basándonos en las mismas

Además, es preciso mencionar que el principal objetivo de esta investigación es el diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises en edificios multifamiliares en distrito de Miraflores, Lima que influye en el aminoramiento d gasto de agua potable. Asimismo, los objetivos específicos son: calcular los diámetros de tubería y volumen de almacenamiento del sistema de recolección, calcular los diámetros de tubería; sistema de filtros y equipo de bombeo del sistema de tratamiento; diseñar el volumen de almacenamiento, diámetros de tubería y equipo de bombeo del sistema de

distribución; y calcular el volumen de desagüe, diámetros de tubería y equipo de bombeo del sistema de evacuación.

En relación a la hipótesis se propone la reducción del gasto de agua potable, con la propuesta del diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises del edificio multifamiliar en el distrito de Miraflores, provincia de Lima.

Por otro lado, esta investigación tuvo como limitaciones el impedimento en la recolección de datos de forma física debido a la coyuntura actual del estado de emergencia sanitaria a raíz de la propagación del virus COVID-19, por lo tanto, se procedió a realizar encuestas de manera virtual.

La estructura de esta tesis denominada “Diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico en un edificio multifamiliar de 13 pisos ubicado en el distrito de Miraflores, provincia de Lima, departamento de Lima”, se manifiesta de la siguiente manera:

- En el Capítulo I se desarrolló el planteamiento del problema, partiendo con la definición del problema, seguido con la formulación del problema general y específicos. Incluye el objetivo general y los objetivos específicos, justificación de la investigación, alcances y limitaciones, viabilidad de la investigación e impacto potencial
- En el capítulo II se muestra el marco teórico dentro de ello antecedentes nacionales e internacionales, seguido por bases teóricas, definición de términos básicos y formulación de hipótesis general e hipótesis específicas.
- En capítulo III describe metodología de la investigación, el diseño metodológico, las variables tanto independientes como dependientes con su respectiva operacionalización de las mismas, población y muestra por ultimo técnicas de procesamiento de datos
- En el capítulo IV muestran el desarrollo de la investigación con generalidades y cálculos

- En el capítulo V se presenta los resultados de la investigación de cada uno de los objetivos plantados en el presente estudio.
- En el capítulo VI se explica la contrastación de resultados con la contrastación de la hipótesis general seguido de la contrastación de las hipótesis específicas
- Finalmente, están las conclusiones, recomendaciones referencias bibliográficas, anexos y planos.

CAPITULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Definición del problema

La insuficiencia del agua producida en la capital del Perú debido al incremento poblacional, la poca cantidad de lluvias, las pocas reservas de agua y por fenómenos meteorológicos, causaron gran cantidad de problemas de abastecimiento de agua potable. Al mismo tiempo un mal sistema integrado de aguas urbanas, nos da como resultado a Lima con grandes posibilidades de volver a tener un estado de estrés hídrico y con gran nivel de sensibilidad al cambio meteorológico.

Perfeccionar el uso adecuado del recurso hídrico potable en el distrito de Miraflores, incluyendo el tema de re uso de aguas grises, ya que en San Isidro y Miraflores sobrepasa en 400% más de lo estipulado por la OMS por otra parte en otros 30 distritos de la capital se gasta más agua de lo sugerido.

Según los datos que nos brinda la OMS, cada persona necesita como máximo 100 litros de agua por día para su alimentación, aseo, y demás usos domésticos. No obstante, en los distritos de Miraflores y San Isidro cada vecino consume 436 y 477 litros respectivamente. Un 20% del recurso hídrico se debe emplear en áreas verdes y su riego teniendo en cuenta que hay viviendas que no poseen el líquido elemento.

La insuficiencia de este recurso hídrico es el principal problema a solucionar en la capital del Perú y en los departamentos del país, en el distrito de Miraflores se encuentra un déficit hídrico de 436 L/d. Dicho contenido oficial indica que el Perú está dentro de los 20 países más potenciales en recursos hídricos.

El Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (Sedapal) consecuentemente a todo esto, recurrió a la población de la capital a tener conciencia en el gasto del agua potable, ya que nuestro planeta se daña más por la contaminación que esto conlleva y la reducción de nuestro recurso hídrico, a su vez a reflexionar, que en otros países y lugares del planeta este recurso es tan carente o inexistente como lo es la ciudad de El Cabo en Sudáfrica, informó a su vez que Lima cuenta con una deficiencia de 5.3 m³/s provocado por el uso irresponsable, además con una alta probabilidad de incluso llevar al agotamiento de este recurso, a esto Sedapal busca proponer el cuidado responsable del agua potable para poder lograr la sostenibilidad, con el fin de proteger este recurso para las futuras generaciones y no afrontar escases de agua potable para proteger las necesidades de aseo y alimentación de los habitantes. La compañía estatal ratificó que el consumo promedio de los peruanos es alrededor de 163 L/d agua potable, a pesar que la OMS dio a conocer que el consumo por persona debería ser 100 L/d. (ver tabla 1).

Tabla 1 Consumo de Agua en Lima

Fuente: SEDAPAL – Consumo de Agua según cada distrito 2017

Consumo de Agua por distritos	
Distrito	Litros por persona al día
San Isidro	447.5
Miraflores	395.2
La Molina	258.6
San Borja	248.1
Lince	240.1
Santiago de Surco	225.3
Jesús María	222.9
Barranco	218.7
Magdalena	216.7
Pueblo Libre	202.8
San Miguel	186.2
Lima	182.5
Surquillo	182.2
San Luis	181.5
Breña	176.1
La Victoria	168.9
Los Olivos	124.6
Rímac	111.7
San Martín de Porres	110.3
Chorrillos	106.4
El Agustino	102.0
Santa Anita	99.2
San Juan de Miraflores	98.4
San Bartolo	90.8
Ate	90.1
Comas	89.9
San Juan de Lurigancho	88.6
Punta Hermosa	87.7
Villa María del Triunfo	78.7
Carabaylo	77.0
Independencia	76.7
Villa el Salvador	75.1
Puente Piedra	73.5
Santa Rosa	65.6

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Lima tiene 9'320,000 habitantes, el cual el 93.90 % de las familias obtienen servicio de agua potable y alcantarillado; por lo cual según esta mencionada estadística, sólo se tiene por suministrar el servicio de alcantarillado y agua potable a 568,520 habitantes. (INEI, 2018)

Cabe resaltar que, según lo decretado por el RNE, en la Norma OS.100.Consideraciones Basicas De Diseño De Infraestructura Sanitaria, nos indica que en climas templados y calidos la dotacion promedio diaria es de

220 litros por cada habitante diario. Para graficar lo expresado se realiza la Figura 1 con la variabilidad de la OMS, SEDAPAL y RNE.

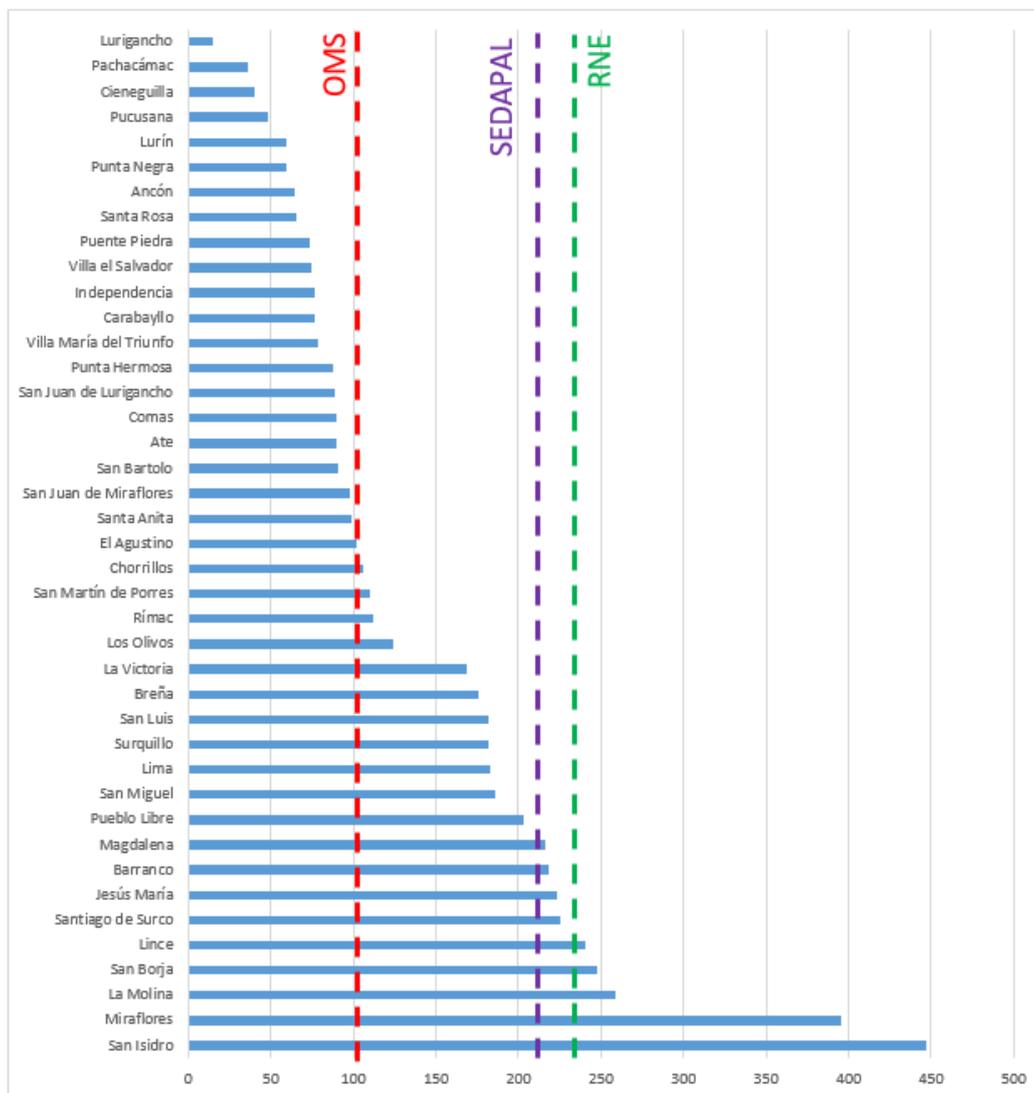


Figura 1: Saneamiento en Lima.

Fuente: INEI-2017.

1.2 Formulación del problema

El principal problema es el gasto excesivo de agua potable en el distrito de Miraflores y la insuficiencia de este recurso hídrico en nuestra capital y Callao.



Figura 2: Edificio Multifamiliar Grand Central.

Fuente: Elaborado por autores 2021.

Ante la problemática presentada se formularia nuestra pregunta principal que es la que nos dará el enfoque de esta investigación:

¿Cuál es la influencia del diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico en un edificio de 13 pisos ubicado en el distrito de Miraflores, provincia de lima, departamento de lima?

1.2.1 Problema General

¿Cuál es la influencia del diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico en un edificio de 13 pisos ubicado en el distrito de Miraflores, provincia de lima, departamento de lima?

1.2.2 Problema Específico

- ¿Se puede determinar los diámetros de tuberías y volumen de almacenamiento de recolección en el diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico?
- ¿Se puede determinar el sistema de almacenamiento los Diámetros de tuberías, sistema de filtros y equipo de bombeo de tratamiento en el diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico?
- ¿Se puede determinar el volumen de desagüe, diámetro de tuberías y equipo de bombeo en el diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico?
- ¿Se puede determinar el volumen de almacenamiento, diámetro de tuberías y equipo de bombeo de distribución para el aprovechamiento hídrico?

1.3 Objetivos de la Investigación

La tesis desarrollada tiene 1 objetivo general y 4 objetivos específicos que mencionaremos a continuación.

1.3.1 Objetivo General

Elaborar el diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico en un edificio multifamiliar de 13 pisos ubicado en el distrito de Miraflores provincia de lima departamento de lima.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar los diámetros de tuberías y volumen de almacenamiento de recolección en el diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico.

- Determinar los diámetros de tuberías, sistema de filtros y equipo de bombeo de tratamiento en el diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico.
- Determinar el volumen de almacenamiento, diámetro de tuberías y equipo de bombeo de distribución en el diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico.
- Determinar el volumen de desagüe, diámetro de tuberías y equipo de bombeo en el diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico.

1.4 Justificación de la investigación

La elaboración de esta tesis tiene como fin buscar una solución al problema de abastecimiento escaso en la ciudad de Lima, disminuyendo el margen de gasto de agua potable, lo cual tendrán un ahorro económico las familias miraflores reduciendo los gastos de agua potable.

1.4.1 Importancia de la investigación

La actual tesis otorga una solución a fin de aliviar la red pública en su abastecimiento en el distrito de Miraflores, debido al consumo desmedido de agua potable.

1.5 Alcances y limitaciones

Debido a que la presente tesis es un proyecto de experimento se realizará en el distrito de Miraflores ya que atraviesa por un índice alto de abastecimiento de agua potable, para llevar a cabo los estudios de aprobación y conducta del sistema se necesita realizar encuestas a los pobladores del

distrito, por la coyuntura actual, ocasionada por la contaminación del virus COVID-19, el método de recolección de datos no se podrá realizar de forma presencial o física, siendo solo virtual.

1.6 Viabilidad de la investigación

1.6.1 Viabilidad técnica

Se tiene la bibliografía, planos y cálculos empleados en la especialidad de I.S. que son de máxima utilidad para llevar a cabo la presente tesis.

1.6.2 Viabilidad Económica

La viabilidad económica se desarrolló mediante aportes en su totalidad por ambos autores en recursos de gabinete básicos.

1.6.3 Viabilidad social

La actual reduciría la polución a la que están expuesta los habitantes de Lima, mejorará la economía de las familias de Miraflores y perfeccionara la red de abastecimiento pública de agua potable.

1.7 Impacto Potencial

1.7.1. Impacto Teórico

La investigación que se aportará será un procedimiento de cómo realizar el diseño de una red de reutilización de aguas grises para un edificio de 13 pisos. Además se implementará el reciclaje de aguas tratadas para irrigación de jardines y uso de inodoros.

1.7.2. Impacto Práctico

Beneficiará a 89,060 habitantes del distrito de Miraflores y 9 millones 847,000 habitantes de la provincia de Lima. La utilidad sería mejorar la economía de las familias de Miraflores y mejorar el plan de sistema pública de agua potable y su abastecimiento.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Para la actual tesis se investigó en guías de proyectos enfocados al aprovechamiento de aguas grises en edificios de diferentes características y sea unifamiliares y multifamiliares propuestas en trabajo de investigación internacionales como nacionales con el fin de solucionar aquellos problemas mencionados y apoyarnos con las teorías ya existentes y comprobadas, se tomó en cuenta la referencia manuales de propuestas, como poder realizar técnicas de reúso de estas aguas para uso doméstico logrando aminorar el gasto del recurso hídrico potable en las áreas de estudio enfocadas, como estudios de investigación social, económico y cultural con el fin de evaluar la factibilidad de sistemas opcionales para aminorar el gasto del recurso hídrico vital en viviendas, como encuestas para calcular la disminución que se puede producir en viviendas con la aplicación de un proyecto de reciclaje de aguas grises, todo esto buscando como principal objetivo el aminoramiento de gasto de agua potable y aminorar el impacto ambiental a causa del exceso consumo del recurso hídrico.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

a) Elkin Rodríguez y Néstor Martínez, (2016).

En este estudio se determina las instalaciones para el reuso de aguas grises, establece los potenciales en hogares, de las aguas grises crudas domesticas de 3 distintos niveles socioeconómicos de la capital de Colombia. Según los resultados logrados con su trabajo determinó los diferentes valores de medidas de calidad; como son pH, metales y conductividad son de características similares en los 3 zonas y de características parecidas a los niveles de alusión de aguas grises en distintas ciudades mundialmente.

b) Manual de diseño para manejo de aguas grises, (2015).

En la presente guía nos enseña como una persona sin estudios específicos puede lograr implementar métodos y técnicas para lograr reutilizar las aguas grises producidas en una casa para el cuidado e irrigación de zonas o áreas verdes asimismo para riego de cultivos de consumo humano con ciertas condiciones en este ámbito como es los diferentes tipos de plantas que se puedan irrigar o el ciclo frecuente de irrigación con estas aguas, los diseños de estos sistemas son básicos y directos utilizando conexiones de tuberías regulares las cuales desemboca en las áreas verde que se van a regar, para lograr aminoramiento en el gasto de agua en una casa, nos indica detalladamente la forma correcta de su construcción y los diferentes materiales a usar para poder convertir una casa común en una sostenible.

c) Burgos García y Luis Forero, (2017).

En esta tesis se planteó como principal objetivo el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, que sea capaz de minimizar el nivel de contaminación en la fuente de las aguas residuales de Restrepo sector de la margen izquierda del río Upin hacia los cuerpos hídricos que circulan por el mismo. La dotación neta y sus caudales máximos y mínimos requeridos para diseñar una planta de tratamiento fueron de mucha importancia porque con ayuda

de ellos se pudo concluir que se debía ejecutar la proyección de la planta para una mayor capacidad poblacional y que puede llegar a funcionar sin ningún tipo de inconvenientes, según los cálculos obtenidos se tendrá una capacidad de almacenamiento de aguas residuales grande que aguantara el crecimiento de la margen izquierda del municipio de Restrepo hasta el año 2039.

d) Dixon, Andrew, (2016).

En esta tesis de nacionalidad inglesa que fue traducida al español que lleva por nombre: SIMULATION OF DOMESTIC WATER RE-USE SYSTEMS: GREY WATER AND RAINWATER IN COMBINATION “Simulación de sistemas de reutilización de aguas domesticas: agua gris y agua de lluvia”. London.

Se propuso como principal objetivo reutilizar las aguas grises y aguas de lluvia, que nos permite investigar la factibilidad de repelencia del agua permanente, a largo plazo, los cuales se mide el éxito de DWR (Durable Water Repellent). De acuerdo al resultado, la calidad del agua de las descargas de los aparatos de baño que incluyen el lavado, bañera y ducha es muy variable. Se divide en 3 soluciones, la primera sección se puede referir a la investigación de laboratorio de las aguas grises y la escorrentía del techo, el segundo se refiere a los resultados finales del análisis de sensibilidad y la última sección se refiere a la aplicación del modelo.

e) Gómez y Taborda (2018).

En esta tesis de origen colombiano los autores se proponen diseñar un sistema de aprovechamiento de agua de condensación de aire acondicionado de uso sanitario en la Universidad de la Costa. Lo cual se busca aminorar el consumo de energía eléctrica y agua. Como resultados tenemos entre las principales características la acción de que las propiedades organolépticas que posee el agua es un líquido de característica inodoro e incoloro, lo cual comparado con la norma establecida en Colombia, la resolución 2115 de 2007, se puede comprobar que la conductividad y la turbiedad de esta muestra está

en los límites permitidos por la norma para el agua potable, reafirmando así que el agua es de tonalidad cristalina.

f) Díaz y Ramírez (2016).

En el presente proyecto elaboraron los detalles de construir un sistema de aguas grises, para moderar algunos requerimientos o necesidades. Los resultados que obtuvieron fueron satisfactorios y los pobladores demostraron gran agrado al plan del proyecto ya que en esas épocas del año el fenómeno del niño ataco al país que repercutió seriamente en la calidad de vida de los habitantes colombianos. Se consiguió percibir grandes aportes para el mejorar el diseño, así como así mismo recomendaciones como permitir el recojo de aguas de lluvias para suministrar una mejora en el sistema; mediante una conexión a los inodoros de las casas para no perjudicar el deshecho de agua potabilizada; obtener un determinado almacén del recurso hídrico para utilizar el agua en cualquier circunstancia.

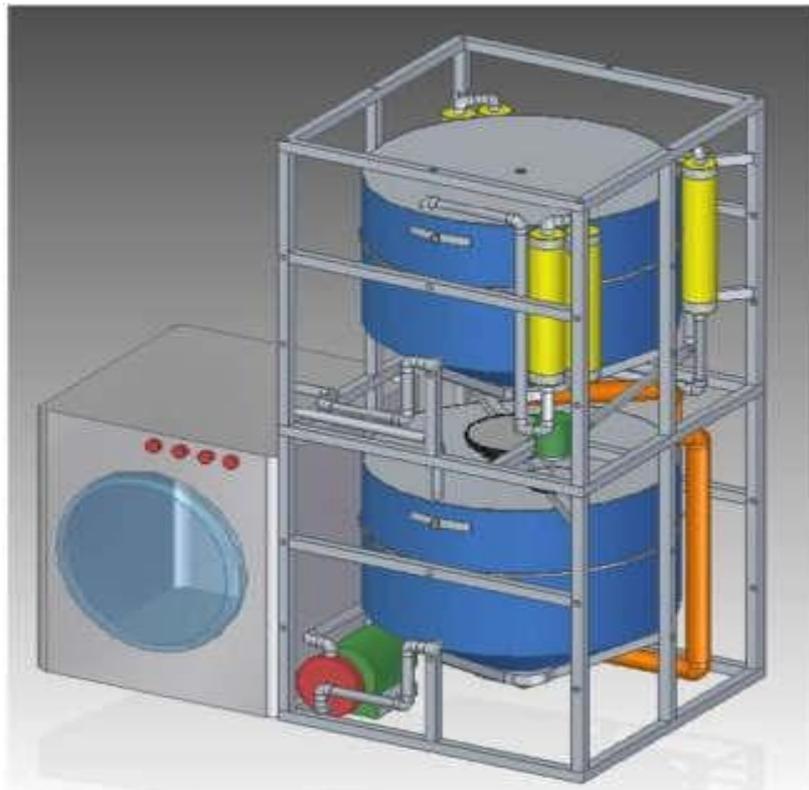


Figura 3: Sistema de tratamiento y reutilización del agua de una lavadora.

Fuente: Díaz & Ramírez. (2016).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

a) Pari Pedro, (2018).

Este estudio realiza encuestas para determinar el volumen de aguas grises que se lograría reciclar en una casa unifamiliar para posteriormente realizar un diseño de una estructura que permita este reciclaje, de esa forma aplacaría la escasez hídrica en el sector de Independencia. El objetivo principal nos permite estudiar la influencia del reciclaje de aguas grises caseras para cubrir la poca capacidad de agua potable en edificios multifamiliares de Lima. Finalmente luego de haber estudiado, llegaron a la conclusión de que el reciclaje de aguas grises domesticas impactara positivamente para mitigar la escasez del recurso hídrico vital en las construcciones multifamiliares de la ciudad de Lima. El diseño sanitario planteado permitirá distanciar las aguas grises de las aguas negras permitiendo un correcto reciclaje.

b) Rojas Roy, (2017)

Esta tesis se desarrolló en la provincia de Huancayo a fin de elaborar una red para reutilizar aguas grises, y de esta manera suplir determinados empleos que se llevan a cabo en la actualidad con este recurso hídrico potable y que no es necesario utilizar agua de calidad alta, con el fin de aminorar el gasto de agua. El autor concluye que aún no existe una aplicación, procedimiento o norma para el reciclaje de aguas grises en la provincia de Huancayo, por ende es de primera

necesidad crear normas que regulen e impulsen el uso de este sistema además realizar concientización sobre el uso correcto del agua y buenas prácticas en el sistema de tratamiento de mencionada agua, también se propone que las aguas grises tenga una circulación independiente hasta llegar al depósito principal donde se realizara el proceso de tratamiento de la mismas las cuales eran bombeadas a otra red de canalización para luego ser distribuidas a los diferentes lugares de consumo.

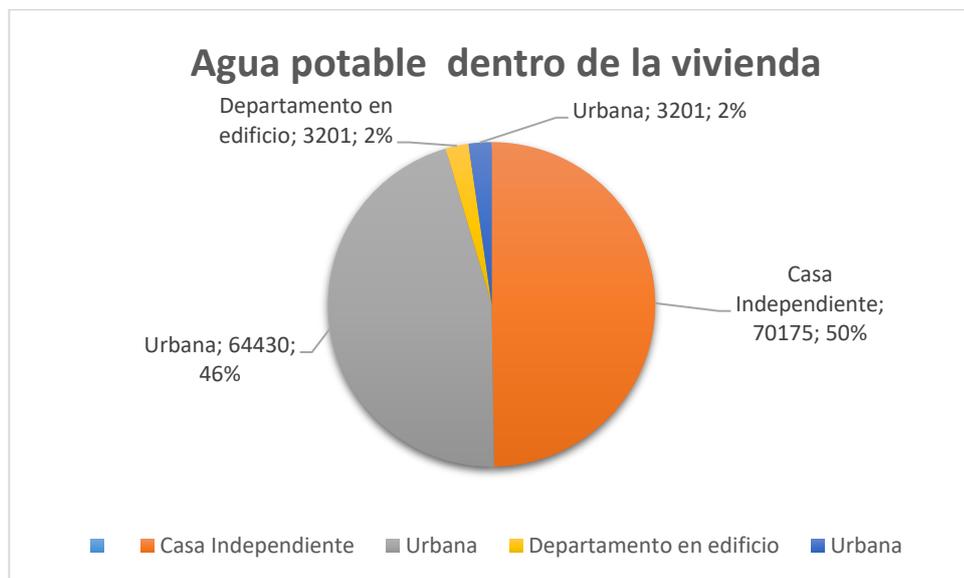


Figura 4: Agua potable dentro de la vivienda.

Fuente: Rojas. (2017).

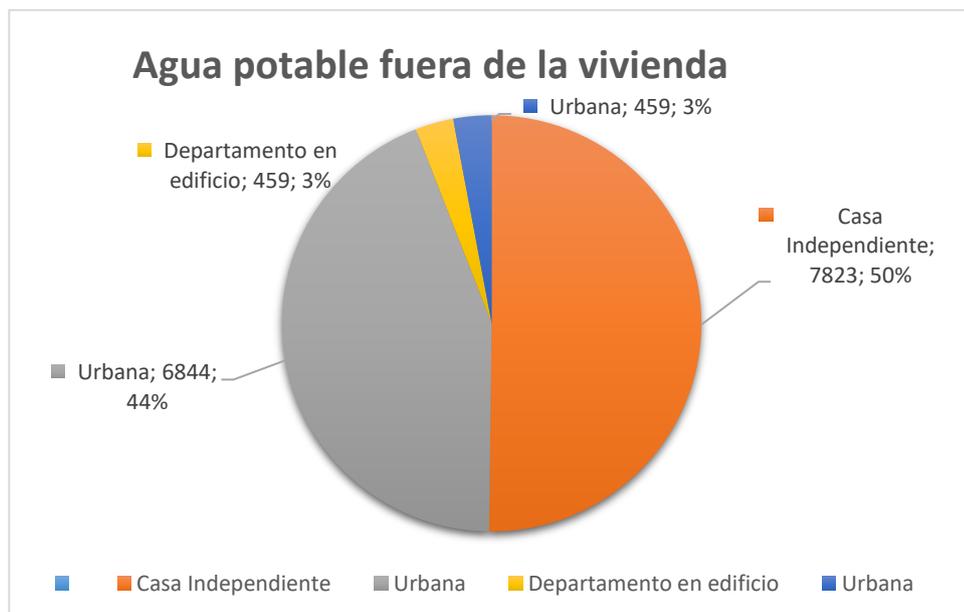


Figura 5: Agua potable fuera de la vivienda.

Fuente: Rojas. (2017).

c) Rivadavia Luciana, (2017)

En esta tesis el autor realizo el cálculo de recirculación de aguas grises a rango domiciliario para poder abastecer la descarga de inodoros a escala real en una determinada construcción, situado en el departamento de Puno y ciudad de Juliaca. Luego de haber realizado el estudio se obtuvo la información que la naturaleza de uso favorable del sistema de reciclaje de agua gris.

Es decir llego a la conclusión que se tiene un suministro de 93,90% de agua gris asimismo 6,1% de agua potable para tener la exigencia de consumo.

d) Medina Rivera, (2016)

En su investigación propone un sistema que permita tratar aguas residuales de la empresa Hilandería La Inmaculada. En el departamento de Lambayeque la cual no tiene un sistema para una correcta recolección de aguas grises. El principal objetivo fue proponer una red de tratamiento de aguas residuales en la mencionada compañía, para su reciclaje en el proceso de producción mediante el tratamiento de aguas con ozonización logrando ahorro de agua mayor a 80%. En conclusión, en el estudio financiero - económico, se concretó el desarrollo del proyecto, así mismo se calculó valores de la Tasa Interna de Retorno y Valor Actual Neto de 15% y \$ 18 740,23 respectivamente.

e) Quispe Pedro, (2018)

El autor en su investigación de reciclaje de aguas grises domesticas en Independencia distrito busco analizar en qué sentido tiene influencia el reciclaje de aguas grises en la falta de abastecimiento del recurso hídrico vital, llegando a la conclusión que

la influencia es positiva para uso único de riego de áreas verdes e inodoros, se contabiliza un aminoramiento del gasto de agua en un 35% y 40 % por cada inmueble.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Agua

Según Paredes, J. (2013). Nos indica que el agua es un líquido que nos brinda la naturaleza, a su vez fundamental para el desarrollo y la reproducción de la vida en la Tierra asimismo conforma un factor único para promover el avance de fases biológica.

Además, el agua coopera con el equilibrio del desarrollo del entorno de los seres y organismos que en él habitan.

El agua es un bien de necesidad primordial para todos los seres viviente, insustituible en la conformación del ecosistema.

El agua conforma en un 80% a más los organismos de los seres vivos e influye directamente en casi todos las fases metabólicas que se desarrollan en cada uno de los seres vivientes; también actúa de influyentemente y fundamental en fotosíntesis del reino vegetal y se describe como el hábitat de una gran cantidad de seres vivientes.

Asi mismo la composición del agua se da de la siguiente forma:

- Hidrogeno, 2 átomos.
- Oxígeno, 1 átomo.

Cuenta con 3 estados que son, solido, gaseoso y líquido.

2.2.2 Tratamiento de aguas

Según Lander, R. (2020) en su boletín de Agua Residuales define al tratamiento de aguas como conglomerado de fases ya sea físico,

químico o biológico con el fin de reutilizar las aguas residuales, de esta forma aminorar el gasto del recurso hídrico.

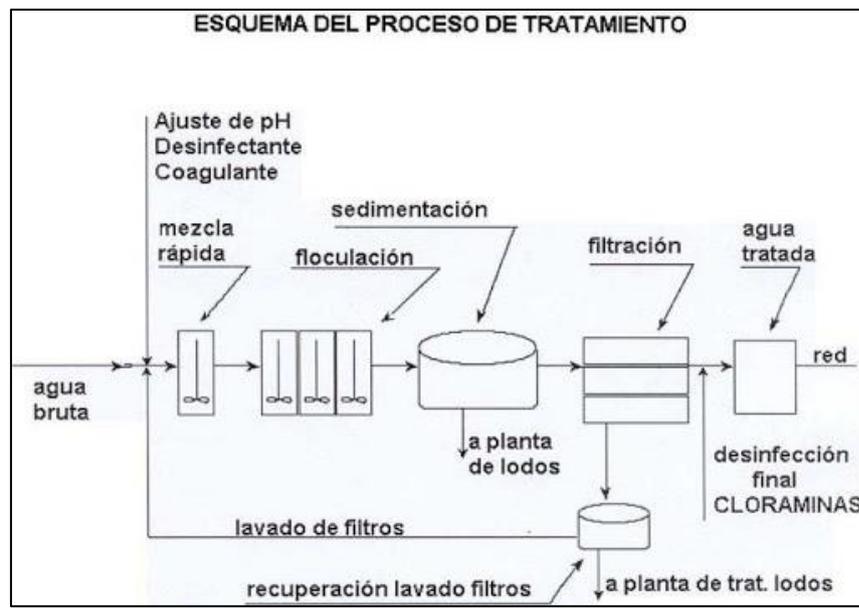


Figura 6: Tratamiento de aguas residuales.

Fuente: Elaborado por los autores. (2021).

2.2.3 Planta de tratamiento de aguas residuales

Según el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) nos indica que el reciclaje de aguas residuales tiene como objetivo principal la eliminación y desinfección de elementos contaminantes para ejecutar distintos procesos químicos y físicos, a fin de reutilizar estas aguas residuales en usos domésticos o riego de áreas verdes.

Las plantas o sistemas de tratamiento en un gran porcentaje están orientadas en el aseo y purificación de las aguas residuales, por lo tanto, esta llega a purificarlas en gran volumen, pero el ciclo de purificación lo termina haciendo la misma naturaleza oxigenando el agua.

También nos dice que la primordial función de una planta de tratamiento es dividir los residuos y sólidos existentes en estas aguas con los distintos procesos.

2.2.4 Tipos de tratamientos existentes en nuestro país

El FONAM suscribe que el reciclaje de aguas residuales conforma diferentes fases o proceso en las cuales se diferencia de sus propiedades que suman a un grado de purificación. Una de estas fases es la autodepuración

En adelante, se va a desarrollar las fases que ocurren cuando se trata las aguas grises residuales ya existentes en nuestro país para uso doméstico, desde el tratamiento secundario, primario y pre-tratamiento

Todo proyecto que tenga vinculación con aguas residuales cuenta con un sistema de instalación y funcionamiento de un PTAR. Así mismo sus características cambian según el tipo de aguas que entran para realizar su correcto tratamiento, ubicación geográfica, cantidad de caudal, presupuesto, etc.

En la actualidad, la provincia de Lima, tiene 19 PTAR. Alguno de ellos en San Juan de Miraflores, Ancón, Cieneguilla, El Agustino, Carapongo y Callao. (Figura 7).



Figura 7: Distribución de las PTAR en Lima.
Fuente: Sedapal. (2019).

a. Pre. Tratamiento:

Según Ramón, R (2010). Este es un proceso inicial ya que aquí se busca la reducción de los fragmentos sólidos que ocasionan dificultades en las diferentes fases tanto biológicas y físicas.

A continuación, definiremos las fases del pre tratamiento

- Desbaste: Es la fase donde se realiza la división de partículas por medio de rejillas, este proceso depende cual sea el tipo de tratamiento que se desea obtener.

- Tamizado: Esta fase parecida al desbaste, pero de mayor efectividad de segregación y separación de partícula.

- Desarenador: Este proceso sirve para eliminar restos de arenisca o de tamaños similares, en esta fase de deshecha casi un 90%, por lo tanto, se garantiza que los instrumentos mecánicos como son de bombeo no tengan fallas en los siguientes procesos de depuración.

- Desengrasador y desaceitado: En esta fase el principal objetivo es eliminar aceites, grasas y materiales flotantes ligeros al agua, se eliminan los componentes plasmáticos o líquidos que pueda haber en el agua, en este proceso se obtiene por medio de la insuflación de aire, para tener una mejora en la calidad de agua.

b. Tratamiento primario:

Según Alejandra, T (2010). En esta fase se tiene como principal objetivo terminar de eliminar y remover el componente inorgánico y orgánico que aún se pueda encontrar en el agua ya tratada, por lo tanto, se aminora las cargas que se tratara biológicamente en las demás fases.

Los subprocesos que se desarrollan en el tratamiento primario son:

Sedimentación: En esta fase se logra eliminar aquellos solidos residuales el cual tienen un peso específico mejor al del agua con esta fase se llega a sedimentar para la eliminación con una eficiencia de más alto nivel, los sólidos que cuente con un mejor peso específico que el agua quedaran flotando.

Floculación y coagulación: El objetivo primordial es de eliminar los sólidos que en la fase de sedimentación que quedaron flotando

c. Tratamiento secundario:

Según el RNE, en esta fase desarrollaremos procesos biológicos con las cuales se logra depurar toda clase de contaminante existente en el recurso hídrico, el RNE nos dice que este tipo de

tratamiento tiene una eficacia de eliminación de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) soluble al 80%. (p. 91).

d. Tratamiento terciario:

Según el RNE, esta fase es el final o último, el cual es el más importante ya que logra determinar y ver la calidad de agua, por su estado, olor, color y demás componentes químicos las cuales nos dicen el uso y condiciones que se puede tratar al resultado final, brindando una seguridad, bienestar de la salud humana y comunidad. (p. 91).

2.2.5 Agua potable

Según Merino, M. (2017). Es el agua tratada químicamente lista para que los humanos puedan consumir, incapaz de transmitir enfermedades. En la actualidad hay normas extranjeras y nacionales para estudiar el agua y concluir la potabilidad o no según las cantidades máximas y mínimas permitidas de minerales, partículas, etc.

El Ph del agua potable debe estar situada entre 6,5 y 9,5 para consumo humano.

2.2.6 Aguas residuales

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) nos indica que son aguas que han sido modificadas o alteradas por diferentes tareas o actividades así mismo debido a su calidad baja necesitan un tratamiento previamente planeado antes de volver a usar (p.26).

Las aguas residuales su mismo nombre nos dicen son del residuo, aguas dicha calidad está afectada negativamente por el predominio

antropogénico, aguas procedentes de las liberaciones de uso industriales, de servicios, comerciales, pecuarios, agrícolas, domésticos y en general de cualquier uso.



Figura 8: Aguas residuales. Recuperado de:

Fuente: <https://idsperu.org.pe/tratamiento-aguas-residuales/>

2.2.7 Aguas residuales domesticas

Acuatecnica (2017) nos indica que esta se producen por lo general en las habitaciones, lavandería, lavadero de manos, duchas, equipos sanitarios, lavado de utensilios de primera necesidad y etc. La cantidad generada está en función la cultura de ahorro de agua y costumbres de personas en las ciudades.

Estas aguas son provenientes de viviendas, edificios unifamiliares, edificios multifamiliares, edificios empresariales e institucionales que son llevados por un sistema de drenaje y es depositada al alcantarillado general de la ciudad.

Clasificación de aguas residuales domesticas: Se divide en aguas negras, grises y pluviales.

a. Aguas pluviales

El agua pluvial no es potable sin embargo tiene una calidad buena, ya que se encuentra baja concentración de contaminantes esto se debe a la manipulación cero que tiene. Se puede utilizar en diversas quehaceres domésticos en las que se puede suplir el agua ya sea en el grifo de lavadoras y/o riego de áreas verdes, todo esto va depender de la contaminación atmosférica que puedas acarrear.

Las aguas pluviales que provienen de vías o carreteras no se debe utilizar o reusar en el interior de los edificios, ni riegos de áreas verdes ya que puede arrastrar contaminantes como son hidrocarburos y metales pesados. Sin embargo se puede utilizar en tanques de sanitarios, lavado de autos, irrigación de áreas verdes, depósitos contra incendio. Es de suma importancia contar con sistemas que filtren y eviten la entrada de partículas. (Aqua España, 2019).

b. Aguas negras

Según Farias (2016) en su investigación de aguas negras en su blog iagua señala lo siguiente que les denomina aguas negras a las aguas producidas en los inodoros que en su composición forma parte de elementos patógenos y solidos que son liberados por el cuerpo humano.

c. Aguas grises

Según Asenjo C. (2021). En su blog nos menciona el significado de las aguas grises, por lo cual están consideradas dentro de las aguas residuales mencionadas anteriormente que son producto diferentes actividades domésticas que puede son como la lavandería, lavadora, ducha y lavamanos, que pueden ser recicladas para fines como el riego de humedales artificiales, jardines y tanque de inodoros.

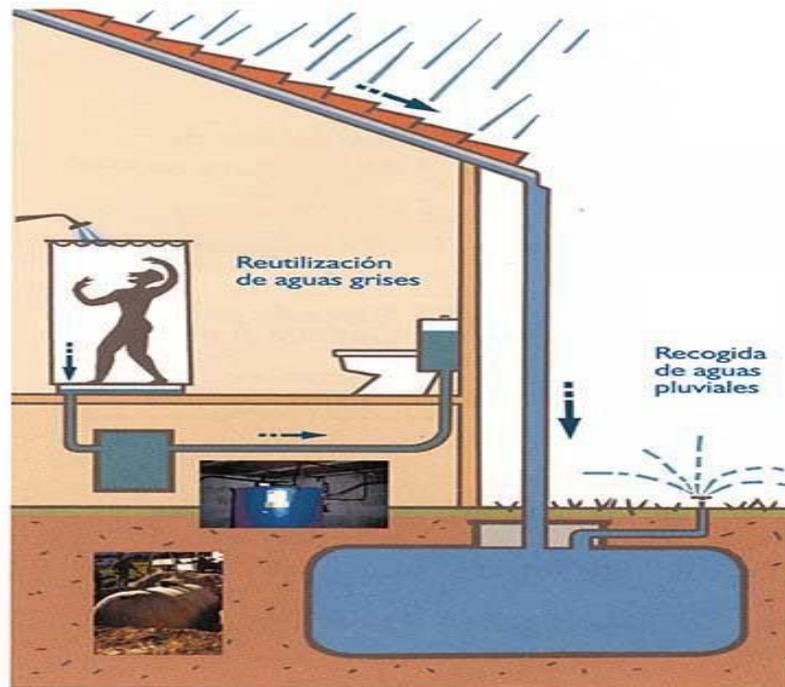


Figura 9: Aguas grises. Recuperado de:

Fuente: <https://tectonica.archi/materials/reutilizacion-de-aguas-grises-y-pluviales/>

2.2.8 Elementos de tratamiento de aguas grises

Se tiene varios sistemas o equipos de tratamiento para reutilizar aguas grises. Estos como ya hemos mencionado pueden estar en tratamiento de fase primaria, secundaria o terciaria. Los mismos pueden ser químicos, físicos, biológicos y antiseptia que a su vez pueden ser :

Químicos:

- Floculación
- Coagulación.

Físicos:

- Goteo
- Trasvase.

Biológicos:

- Lodos activados
- Filtros biológicos aireados.
- Humedales

Antisepsia:

- Cloración
- Ozonificación.
- Radiación UV.

2.2.9 Calidad de vida

Según Guillermo, W. (2020). Es la forma de vivencia de las personas, grado de satisfacción en algunas situaciones incluyendo a una buena salud y optima integridad física de la persona, teniendo acceso a un seguro u hospital de calidad, residir en una ciudad con delincuencia en niveles bajos, acceso a una buena alimentación, acceso a todos los recurso vitales.

2.2.10 Compromiso con el medio ambiente

Según Forbes Advertorial. (2020), nos define: Se denomina al nivel de conciencia que pueden tener las personas con la no contaminación del medio ambiente, así mismo que permite desarrollar correctamente y sus distintas maneras de no contaminación de, el agua, el suelo, el aire, etc. Como también una serie de compromisos para poder proteger y salvaguardar el medio ambiente, así mismo el entorno donde se desarrolla el hombre, las industrias y el comercio de esta manera poder minimizar el impacto de las tareas del ser humano en el medio ambiente.

2.2.11 Consumo responsable del agua

El consumo responsable del agua implica un ahorro económico en los hogares, aminorar los niveles de escasez de agua en ríos o lagos, en algunos casos la reducción de animales en peligro de extinción, mejores cultivos y poder brindar la oportunidad de tener agua todos.



Figura 10: Consumo responsable de Agua

Fuente: Organización Mundial de Salud. (2017).

2.2.12 Impacto ambiental positivo

Resultado de algún proceso realizado por el ser humano o por el nivel de empeño que tenga los seres humanos para dejar de contaminar el medio ambiente.

2.2.13 Reutilización de Agua

También conocido como reciclaje de agua se le denomina a la acción de volver a utilizar el agua con el propósito que ejercía antes o con otros fines.

2.2.14 Recurso hídrico

Este recurso es vital para existencia de toda la naturaleza, es llamado comúnmente con el nombre aguay se le denomina técnicamente

recurso hídrico para darle un nivel alto y una compresión de mayor impacto.

2.2.15 Trampa de grasa

Es un instrumento de tratamiento especial que es fabricado en acero inoxidable que por lo general el fin y uso es de separar las grasas y los residuos sólidos que bajan por las pocetas de lavado en viviendas, hoteles, locales de comidas rápidas, plantas industriales y en distintas aplicaciones y procesos industriales. Todo esto con la única finalidad de cuidar las instalaciones sanitarias.

Según el RNE IS 020 previos a la instalación, nos recomienda la eliminación de grasas y aceites debido a que complican con los procesos de tratamiento de la materia orgánica. Seguidamente, mostramos la figura 6 donde se observa la estructuración de la trampa de grasa que fue elaborada por los autores.

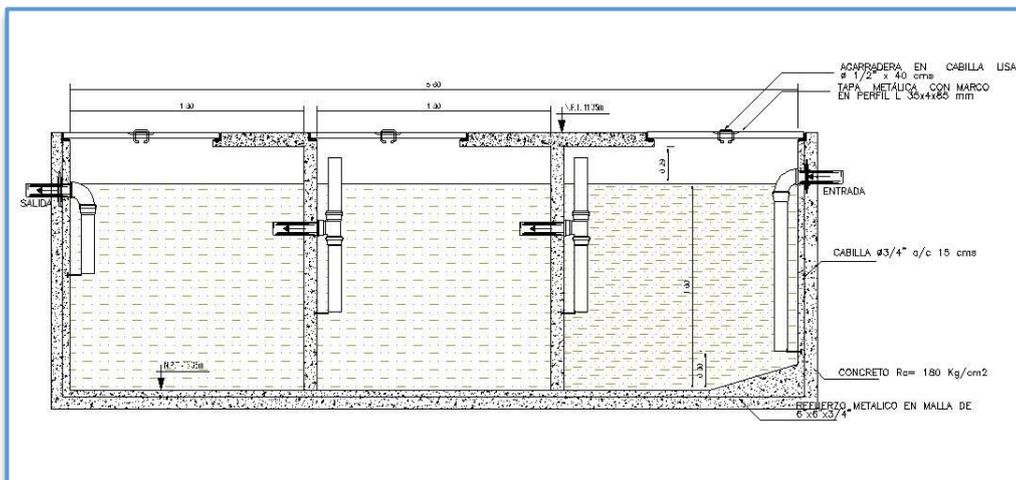


Figura 11: Estructuración de Trampa de Grasa

Fuente: Elaborado por los autores, 2021.

2.2.16 Cámara de paso o inspección

El RNE Norma OS.090 define a la cámara de paso o inspección como un objeto que nos sirve para unir diferentes ramales, permite un aseo o limpieza correcta, cambio de pendiente, cambiar de dirección de los ramales tanto vertical como horizontal.

Según SEDAPAL recomienda para un correcto uso del sistema de desagüe es de suma importancia el mantenimiento, control e inspección de posibles fallas o inconvenientes que se pueda generar, en algunas viviendas no era obligatorio la instalación de una cámara de inspección, pero esto da un giro pues esta herramienta es de mucha ayuda y como bien su propio nombre nos menciona, cámara de inspección, es una caja con fines de poder generar mantenimiento, control y/ o revisar alguna falla que pueda ocurrir obstrucciones en la tubería, en el sistema de tratamiento que estamos diseñando es amplia importancia tener una para impedir las obstrucciones en las tuberías de Una cámara de paso o inspección está constituida por una caja de concreto estas con aperturas con el fin poder realizar los empalmes con las tuberías que transportan los residuos a su vez conectada por tuberías de cemento o PVC.

A continuación, elaboramos una estructura de cámara de paso la cual mostramos en la siguiente figura 6.

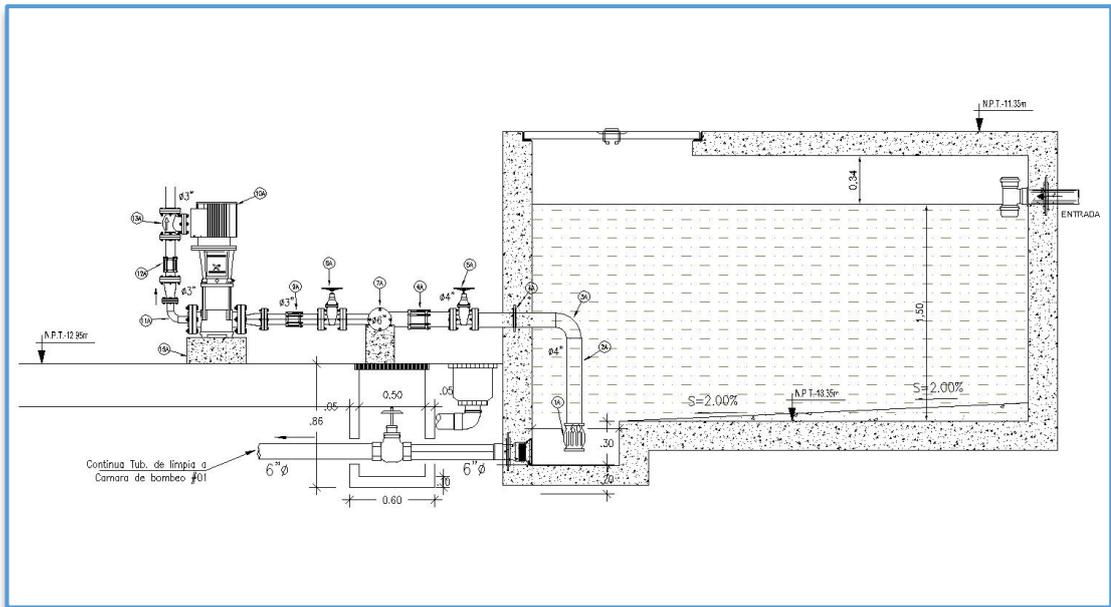


Figura 12: Estructuración de cámara de paso
Fuente: Elaborado por los autores, 2021.

2.2.17 Carbón Activado

Según el RNE actualizado en el DS N° 011-2006-VIVIENDA define al carbón activado como gránulos de color negro e inoloro que tiene gran técnica de eliminación selectiva de mezclas solubles unidas por adsorción (p.80).

2.2.18 Adsorción

El RNE OS.090 define a la adsorción como un fenómeno físico-químico que realiza la implantación de materias líquidas, gaseosa o de tamaño molecular libre diluidos en la superficie de un sólido

2.2.19 Filtro

El filtro es un objeto material poroso, mediante el cual se hace pasar un fluido para depurarlo o clarificarlo.

2.2.20 Filtro de carbón activado

Es un medio filtrante que se usa para un mejor tratamiento de agua ya sea para consumo o como para aguas residuales. La eficacia de un filtro de carbón será dependiendo del modelo de carbón, cantidad de carbón y la velocidad del agua a través del filtro, el funcionamiento del carbón activado es por absorción ya que posee una gran cantidad de micro poros que esta absorben componentes no deseados en el agua. En la siguiente imagen se puede apreciar el filtrante descrito.



Figura 13: Filtro de Carbón activado

Fuente: Aquaprof

Así mismo, mostramos a continuación que es lo que elimina un filtro de carbón activado:

Tabla 2 Tabla de Filtros de Carbón
 Fuente: Elaboración Propia. (2021)

¿QUE ELIMINA UN FILTRO DE CABRON ACTIVADO?
Cloro, Mal Olor, mal Sabor del agua
Compuestos inorgánicos
Algunos metales (cromo, mercurio, plomo)
Taninos
Compuestos Orgánicos
Cloraminas
VOC (compuestos volátiles orgánicos)
Causantes del color
Trihalometanos

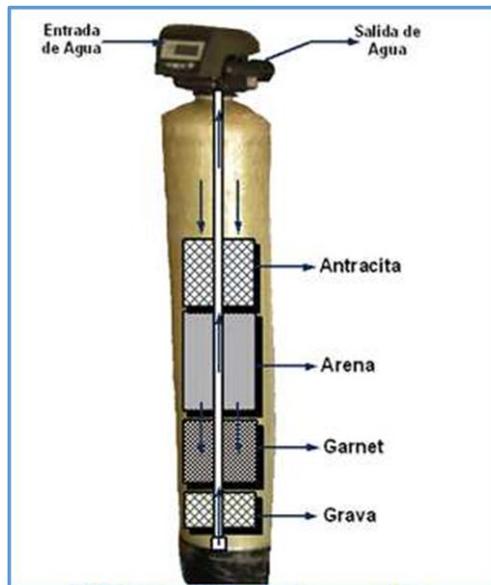


Figura 14: Estructura de Filtro de Carbón
 Fuente: AQUAPROF

2.2.21 Estudio hidrológico

Es un documento en el cual se adjunta posibles afecciones y repercusiones hidráulicas que una determinada construcción pueda tener o beneficio por la influencia del agua.

El principal objetivo de un estudio hidrológico es determinar valores mínimos, medios y máximos de volúmenes de agua o caudales, para que nos permita diseñar dimensionar diferentes elementos o estructuras que nos permitan dominar los recursos disponibles.

2.2.22 Estudio de población

Esta direccionada a un grupo de pobladores de una determinada área con características de gran similitud como lo son sexo, economía, estado de salud, edad, su mayor objetivo para el estudio es el conocer una información consistente, clara o estudio sincerado el cual será de gran ayuda al investigador en su proyecto.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Presión

La presión está definida como una magnitud física mediante la cual no muestra las trayectorias que desarrolla en forma perpendicular en cual nos dice cuanto es la fuerza que aplica en una determinada línea.

La unidad de medida de la presión es Pascal (Pa) y su equivalencia es igual a un Newton(N).

Según Reynolds las presiones en las tuberías actúan de dos formas de flujos, que pueden ser laminar y turbulento, el cual nos planteó un término llamado número de Reynolds.

2.3.2 Residual

Se define a la porción o parte que sobra de un todo, ya sea a causa de su destrucción o descomposición, porque su utilidad fue aprovechada

2.3.3 Diseño

El diseño es la parte en donde se logra elaborar un prototipo, esquema, o estructura el cual el autor o investigador, proyectista desea proponer o estudiar con un fin específico, concluyendo en brindar beneficios y características en su fase final, en la actualidad el principal representante es la arquitectura, ya que tiene como fin brindar diseños que lleven al bienestar y comodidad a la sociedad.

2.3.4 Impacto ambiental

Es el cambio producido en el medio ambiente que es por resultado de una tarea o labor específica pueden ser impacto positivo o impacto negativo.

2.4 Formulación de Hipótesis.

2.4.1 Hipótesis General

Para el desarrollo de nuestra presente tesis nos planteamos la siguiente hipótesis:

- El diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises contribuirá en el aprovechamiento hídrico en un edificio de 13 pisos en el distrito de Miraflores, provincia de Lima, departamento de Lima.

2.4.2 Hipótesis Específicas

De la misma manera nos planteamos 4 H.E. que la detallamos a continuación:

H.1 Los diámetros de tuberías y volumen de almacenamiento de recolección contribuyen en el diseño de un sistema de tratamiento para el aprovechamiento hídrico.

H.2 Los diámetros de tuberías, sistema de filtros y equipo de bombeo de tratamiento contribuyen en el diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico.

H.3 El volumen de almacenamiento, diámetro de tuberías y equipo de bombeo de distribución contribuyen en el diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico.

H.4 El volumen de desagüe, diámetro de tuberías y equipo de bombeo contribuyen en el diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

En el desarrollo de la presente tesis el diseño metodológico se divide en enfoque, diseño y alcance de la investigación; las cuales se explican a continuación:

3.1.1 Enfoque de la investigación

En la tesis desarrollada se estableció un enfoque de tipo cuantitativo, por lo que es de transcurso probatorio y secuencial. Así mismo se trata de cuantificar valores contables, las variables son medibles, se utilizó conocimientos universitarios de Universidad San Martín de Porres en cálculo hidrológico y estadísticas, con el propósito de ser aplicadas en el diseño de tratamiento.

3.1.2 Alcance de la investigación

La presente tesis es de tipo descriptivo, por lo que está concentrado en el reciclaje de aguas grises para obtener una sostenibilidad en viviendas y viviendas multifamiliares en la localidad de Miraflores y Lima, debido a la ausencia del recurso hídrico en Lima y cuidar el planeta de manera responsable.

3.1.3 Diseño de la investigación

La investigación presenta diseño de tipo no experimental porque es un proyecto que se desarrollara en la localidad de Miraflores con el fin de la mejora de la red de abastecimiento de agua potable, el aminoramiento ante la excesiva contaminación de las aguas marinas por los desechos ocasionados por los desechos de los desagües, ayudara al mejoramiento de la economía de los ciudadanos de nuestra capital.

Su principal objetivo es el aminoramiento del consumo de agua y los desechos ocasionados por las instalaciones sanitarias en los hogares de Miraflores.

Como muestras de datos experimentales se sugiere realizar estudios de caudales que encontraremos en las viviendas para un perfecto desarrollo del sistema, los diseños para una correcta instalación dentro de los hogares ya construidos y que no cuentan con dicho sistema, por medio de software como Google forms, Excel y AutoCAD.

3.2. Variables

3.2.1 Variable independiente

La presente tesis tiene como variable independiente lo siguiente:

- Diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises.

Definición conceptual: Es una alternativa conformado por un red de recolección, tratamiento, distribución y por ultima un sistema o red de eliminación, para lograr el reusó de aguas grises producidas en un proyecto multifamiliar de 13 pisos del distrito de Miraflores.

Definición operacional: Regirán bajo las normas peruanas sanitarias establecidas en el RNE IS 010.

3.2.2 Variable dependiente

La variable dependiente es el “aprovechamiento hídrico” en la red pública existente y el apoyo con el desarrollo sostenible con beneficios ambientales.

Definición conceptual: Es una acción por el cual se busca el ahorro del consumo de agua potable.

Definición operacional: Su medida se regirá por medio de encuesta para definir el gasto de agua en inodoros por lo tanto se obtendrá la disminución del gasto de agua potable.

3.2.3 Título de la investigación

Para el desarrollo de esta tesis se definió el siguiente nombre:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES PARA EL APROVECHAMIENTO HÍDRICO EN UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 13 PISOS UBICADO EN EL DISTRITO DE MIRAFLORES, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA”

3.2.4 Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR
INDEPENDIENTE		
Diseño de Sistema de Tratamiento de Aguas Grises	Diseño Sistema de Recolección	Volumen de almacenamiento de recolección y diámetros de tuberías.
	Diseño Sistema Cámara de Tratamiento	Equipo de bombeo de tratamiento, sistema de filtros y diámetros de tuberías.
	Diseño Sistema de Distribución	Equipo de bombeo de distribución, volumen de almacenamiento y diámetro de tuberías
	Diseño Sistema de Evacuación	Equipo de bombeo, volumen de desagüe y diámetro de tuberías.
DEPENDIENTE		
Aprovechamiento hídrico	Disminuir el consumo de agua potable	Aminoramiento de volumen de consumo diario

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Se realiza el estudio en la población de Miraflores dado a que el consumo de agua potable es excesivo, así mismo se cojera como población al edificio completo de 13 pisos asimismo se considera 455 personas.

3.3.2 Muestra

Se realiza en el distrito de Miraflores por medio de varias encuestas a los habitantes de construcciones multifamiliares existentes para la recolección de datos, para lo cual se desarrolló la apreciación de muestra de población finita.

Por consiguiente, aprovechando que se tiene el número total de habitantes se toma la siguiente operación:

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

Así mismo, considerando los siguientes datos, se tiene:

$$N = (37 \times 3) + (90 \times 4) = 471$$

$$Z = 68\% = 1.088$$

$$e = \pm 5\%$$

$$p = 50$$

$$q = 50$$

Con los siguientes datos, aplicando la fórmula finita de muestra se obtiene 64.95, por lo tanto, se considera una estimación de:

$$n = 65 \text{ personas}$$

3.4. Instrumentos

Los instrumentos con los que llevaremos a cabo nuestra muestra son los siguientes:

- 02 Laptop.
- Software Google Forms.
- Software Microsoft Excel.
- AutoCAD.
- RNE IS010.

3.5 Técnicas de recolección de datos

En la actual tesis la toma de datos se debió realizar mediante encuestas en las zonas de estudio y de proyección, las cuales nos ayudan con los cálculos y diseños exactos para determinar toda la red, usando estudios de abastecimiento e hidráulicos para determinar el funcionamiento y el sistema de distribución, sin embargo, debido a la coyuntura por el estado de emergencia sanitaria causada por la propagación del virus COVID-19, se optó por realizar encuestas online con la herramienta Google Forms, con el fin de recabar datos similares.

3.6. Técnicas de procesamiento de datos

Luego de realizar las encuestas con el aplicativo Google Forms, se traslada esta información recolectada al software Microsoft Excel, para identificar mediante cálculos, la dotación diaria de los inodoros con esto determinando el volumen de cisterna de agua tratada utilizando teorías normativas del RNE y el software AutoCAD para determinar un diseño de toda la red de tratamiento de aguas grises.

CAPITULO IV. DESARROLLO

4.1. Generalidades

Se elaboró la propuesta de un sistema de tratamiento de aguas grises para un edificio multifamiliar de 13 pisos, así mismo cada piso cuenta con 10 departamentos, el cual cuenta con dos tipos de departamentos: 07 departamentos tipo "A" que contiene 03 dormitorios, 01 cocina, 01 lavadero de ropa, 01 lavandería, 01 baño principal y 01 baño secundario; excepto el piso N° 1 que consta solo con 06 departamentos tipo "A".

En la elaboración de la propuesta de diseño, se procederá primeramente a la recolección de las aguas grises, por el cual provienen de duchas, lavamanos, lavandería y lavadoras, con el fin de que sean tratadas para su distribución en el abastecimiento de los inodoros del edificio multifamiliar. Se elaborará una red de recolección de las aguas grises independiente de la red de desagüe (aguas negras). El sistema de tratamiento de aguas grises, contará con 01 trampa de grasas, 01 cámara de paso, 03 bombas de recirculación, 02 filtros de carbono, 02 filtros multimedia, 01 cisterna de almacenamiento y 03 bombas de distribución. También se podrá diseñar una cámara de desagüe para el rebose de aguas grises recolectadas y agua tratada que contará con 03 bombas para su distribución en todo el edificio multifamiliar. En dicha investigación se procederá a calcular los diámetros de tuberías, volúmenes de almacenamiento; así como también calcular la potencia de las bombas que se utilizará en el diseño.

4.2. Caudal máximo de llegada

Primeramente, procedemos a colocar los montantes de aguas sin tratar en los tubos que se encuentran establecidos para montantes de desagüe. Contabilizaremos los aparatos sanitarios que podrán abastecer la red de tratamiento, descritos a continuación:

Tabla 3 Numero de Lavatorios
Fuente: Elaborado por los autores

Piso	Departamento	N° de aparatos	Áreas comunes	N° de aparatos	Lavatorio
1	7	2	1	2	16
2	10	2	0	0	20
3	10	2	0	0	20
4	10	2	0	0	20
5	10	2	0	0	20
6	10	2	0	0	20
7	10	2	0	0	20
8	10	2	0	0	20
9	10	2	0	0	20
10	10	2	0	0	20
11	10	2	0	0	20
12	10	2	0	0	20
13	10	2	0	0	20
AZ	0	0	1	4	4
				TOTAL	260

Tabla 4 Cantidad de duchas
Fuente: Elaborado por los autores

Piso	Departamento	N° de aparatos	Areas comunes	N° de aparatos	Ducha
1	7	2	0	0	14
2	10	2	0	0	20
3	10	2	0	0	20
4	10	2	0	0	20
5	10	2	0	0	20
6	10	2	0	0	20
7	10	2	0	0	20
8	10	2	0	0	20
9	10	2	0	0	20
10	10	2	0	0	20
11	10	2	0	0	20
12	10	2	0	0	20
13	10	2	0	0	20
AZ	0	0	0	0	0
				TOTAL	254

Tabla 5 Cantidad de lavanderías
Fuente: Elaborado por los autores

Piso	Departamento	N° de aparatos	Areas comunes	N° de aparatos	Lavandería
1	7	1	0	0	7
2	10	1	0	0	10
3	10	1	0	0	10
4	10	1	0	0	10
5	10	1	0	0	10
6	10	1	0	0	10
7	10	1	0	0	10
8	10	1	0	0	10
9	10	1	0	0	10
10	10	1	0	0	10
11	10	1	0	0	10
12	10	1	0	0	10
13	10	1	0	0	10
AZ	0	0	0	0	0
				TOTAL	127

Tabla 6 Cantidad de lavadora
Fuente: Elaborado por los autores

Piso	Departamento	N° de aparatos	Areas comunes	N° de aparatos	Lavadora
1	7	1	0	0	7
2	10	1	0	0	10
3	10	1	0	0	10
4	10	1	0	0	10
5	10	1	0	0	10
6	10	1	0	0	10
7	10	1	0	0	10
8	10	1	0	0	10
9	10	1	0	0	10
10	10	1	0	0	10
11	10	1	0	0	10
12	10	1	0	0	10
13	10	1	0	0	10
AZ	0	0	0	0	0
				TOTAL	127

Se procederá a utilizar el RNE IS 010 anexo N° 6 con el objetivo de calcular el cantidad total de Unidades de Descarga, la cual se aprecia a continuación en la tabla N° 7:

Tabla 7 Número total de descargas
Fuente: Elaborado por los autores

Nivel	Número de Aparatos Sanitarios	Unidades de Descarga.	Subtotal Unidades de Descarga
1er Nivel	16 Lavamanos	02	32
	14 Duchas	02	28
	7 Lavandería	02	14
	7 Lavadora	02	14
2do Nivel	20 Lavatorio	02	40
	20 Ducha	02	40
	10 Lavandería	02	20
	10 Lavadora	02	20
3er Nivel	20 Lavatorio	02	40
	Ducha	02	40
	10 Lavandería	02	20
	10 Lavadora	02	20
4to Nivel	20 Lavatorio	02	40
	20 Ducha	02	40
	10 Lavandería	02	20
	10 Lavadora	02	20
5to Nivel	20 Lavatorio	02	40
	20 Ducha	02	40
	10 Lavandería	02	20
	10 Lavadora	02	20
6to Nivel	20 Lavatorio	02	40
	20 Ducha	02	40
	10 Lavandería	02	20
	10 Lavadora	02	20
7mo Nivel	20 Lavatorio	02	40
	20 Ducha	02	40
	10 Lavandería	02	20
	10 Lavadora	02	20
8vo Nivel	20 Lavatorio	02	40
	20 Ducha	02	40
	10 Lavandería	02	20
	10 Lavadora	02	20

9no Nivel	20 Lavatorio	02	40
	20 Ducha	02	40
	10 Lavandería	02	20
	10 Lavadora	02	20
10mo Nivel	20 Lavatorio	02	40
	20 Ducha	02	40
	10Lavandería	02	20
	10Lavadora	02	20
11vo Nivel	20 Lavatorio	02	40
	20 Ducha	02	40
	10 Lavandería	02	20
	10 Lavadora	02	20
12vo Nivel	20 Lavatorio	02	40
	20 Ducha	02	40
	10 Lavandería	02	20
	10 Lavadora	02	20
13vo Nivel	20 Lavatorio	02	40
	20 Ducha	02	40
	10 Lavandería	02	20
	10 Lavadora	02	20
Azotea	20 Lavatorio	02	8
		Total Unidades de Descarga	1536

En conclusión, con la tabla N° 7 se observa que las U.D. es de 2 para todos los aparatos sanitarios, dándonos un resultado total de Unidades de Descarga de 1536.

Después de haber calculado las U.D. de cada aparato sanitario mencionado, se podrá continuar con el cálculo de U.D. por montante sumando las descargas desde la azotea hasta el sótano para poder calcular el diámetro de cada tubería, tal cual se detalla en la tabla N° 8.

De acuerdo con la tabla N° 8, se pudo obtener como resultado, el total de descargas en la red de distribución es de 1448 Unidades de Descarga., ya que lo calculado en la tabla N° 7 nos dio como resultado un total de 1536 U.D. teniendo una diferencia de 88 UD, consecuentemente de que estas descargas

serán conducidas directamente al sistema de recolección sin que tengan que desembocar en los montantes. Con el apoyo del anexo N° 8 del RNE IS 010 el cual nos menciona que para los montantes menores de 500 unidades de descarga y mayores de 60 unidades de descarga, se les permite utilizar tuberías de diámetro de 4". En conclusión, para todos los montantes su diámetro de tubería será de 4".

Tabla 8 Distribución de descarga de montantes
Fuente: Elaborado por los autores

Nivel	Montante																						Total
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 6	N° 7	N° 4	N° 5	N° 8	N° 11	N° 12	N° 13	N° 14	N° 15	N° 17	N° 18	N° 9	N° 10	N° 16	N° 19	N° 20	N° 21	N° 22	
Azotea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
13° Piso	8	8	4	4	8	4	4	4	8	4	4	4	12	4	4	8	4	4	8	8	4	8	128
12° Piso	16	16	8	8	16	8	8	8	16	4	8	8	20	8	8	16	8	8	16	16	8	16	248
11° Piso	24	24	12	12	24	12	12	12	24	4	12	12	28	12	12	24	12	12	24	24	12	24	368
10° Piso	32	32	16	16	32	16	16	16	32	4	16	16	36	16	16	32	16	16	32	32	16	32	488
9° Piso	40	40	20	20	40	20	20	20	40	4	20	20	44	20	20	40	20	20	40	40	20	40	608
8° Piso	48	48	24	24	48	24	24	24	48	4	24	24	52	24	24	48	24	24	48	48	24	48	728
7° Piso	56	56	28	28	56	28	28	28	56	4	28	28	60	28	28	56	28	28	56	56	28	56	848
6° Piso	64	64	32	32	64	32	32	32	64	4	32	32	68	32	32	64	32	32	64	64	32	64	968
5° Piso	72	72	36	36	72	36	36	36	72	4	36	36	76	36	36	72	36	36	72	72	36	72	1088
4° Piso	80	80	40	40	80	40	40	40	80	4	40	40	84	40	40	80	40	40	80	80	40	80	1208
3° Piso	88	88	44	44	88	44	44	44	88	4	44	44	92	44	44	88	44	44	88	88	44	88	1328
2° Piso	96	96	48	48	96	48	48	48	96	4	48	48	100	48	48	96	48	48	96	96	48	96	1448
UD	96	96	48	48	96	48	48	48	96	4	48	48	100	48	48	96	48	48	96	96	48	96	1448

Diámetro	4	4	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	pulgada
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------

Nivel	Montante			Total
	N° 1, 2, 3, 6, 7	N° 4, 5, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18	N° 9, 10, 16, 19, 20, 21, 22	
Azotea al 2° Piso	384	536	528	1448
1° Piso	8	44	36	88
UD	392	580	392	1536

El diámetro de tubería de cada montante principal de desagüe será de 6"

Luego para hallar el caudal máximo de llegada utilizaremos el método de Hunter. Después de haber obtenido el número total de aparatos sanitarios se procederá a colocarles sus unidades de gasto para cada aparato seleccionado, apoyándonos en el anexo N° 2 del reglamento IS 010 obtenemos como resultado cantidad total de U.H.

Tabla 9 Número *total de Unidades Hunter de recolección*
Fuente: Elaborado por los autores

Aparato Sanitario	Total de aparatos	UNIDADES DE GASTO	UNIDADES HUNTER
Lavamanos	260	01	260
Ducha	254	02	508
Lavandería	127	03	381
Lavadora	127	03	381
Total N° de U.H.			1530

Observando el anexo N° 3 RNE IS 010, obtenemos que la cantidad de U.H. es 1526, por lo tanto, este número obtenido no contiene un valor específico, entonces procederemos a interpolar para tener una cantidad exacta:

Tabla 10 *Cantidad total de U.H. interpolación*
Fuente: Elaborado por los autores

Número de unidades	Gasto o consumo probable
1500	9.90 L/s
1530	10.06 L/s
1600	10.42 L/s

Teniendo como resultado, que para 1530 U.H. el gasto probable será de 10.06 L/s, ese gasto probable obtenido será el que recibirá la trampa de grasa.

4.3. Trampa de Grasa

Para el cálculo se tomara en cuenta los componentes existentes en los aparatos sanitarios como duchas, lavatorios, lavanderías y lavadoras no siempre son los

mismos en cada edificación, por lo tanto, para poder calcular el volumen de trampa de grasa, procederemos a tomar como referencia las especificaciones técnicas del mismo, estimamos un tiempo de operación de 8 horas por día asimismo se recomienda un periodo de limpieza de 7 días existirá un periodo de limpieza de 7 días:

Tabla 11 *trampa de grasa- periodos*
Fuente: Elaborado por los autores

Caudal de llegada (Q)	10.06 L/s
Grasa concentrada (Cgr)	100 mg/L
Sólidos sedimentales concentrados (Cs)	8 ml/L/h
Tiempo de retención (Tr)	180 s
Periodo de operación (To)	12 h/d
Tiempo de limpieza (TI)	14 d
Densidad de grasa (Dgr)	0.5 gr/cm ³

- Volumen de líquido (Vliq) = $Tr \times Q$
= **1,810 Litros**
- Masa de grasas (Mgr) = $Cgr \times Q \times To \times TI$
= **405.46 Kg**
- Volumen de grasas (Vgr) = Mgr / Dgr
= **811 Litros**
- Volumen de solidos (Vs) = $Cs \times Q \times To \times TI$
= **48,655 L**
- Volumen de trampa de grasa (V.T.G.) = $Vliq + Vgr + Vs$
= **51,276 L**

Teniendo como resultado que el volumen de trampa de grasa será de 51,276 m³, entonces consideraremos 52.00 m³. Por lo tanto, tomaremos una relación de 2:1 de ancho y largo para diseñar la trampa de grasa:

Tabla 12 *dimensiones de rampa de grasa*
Fuente: Elaborado por los autores

ANCHO	8.20 m
LARGO	4.00 m
ALTO	1.60 m

4.4. Volumen de la cámara de paso

Realizar el cálculo nos será de mucha importancia, ya que funcionará como un respaldo para las aguas recolectados de la trampa de grasa, para luego continuar con su recorrido por ambos filtros, tomamos periodo de retención para la cámara de paso, el cual será de 1200 segundo:

Tabla 13 *Cámara de paso - Caudal y tiempo*
Fuente: Elaborado por los autores

Caudal de llegada	10.06 L/s
Periodo de retención	1200 s

- Vol. de cámara de paso (V.C.P.) = $Tr \times Q$
= 12,068 L = **13,000 Litros**

Realizando cálculos se obtuvo un volumen para la cámara de paso que será de 13 m³. Por lo tanto, las dimensiones de la cámara de paso serán:

Tabla 14 *dimensiones de la cámara de paso*
Fuente: Elaborado por los autores

ANCHO	2.10 m
LARGO	4.10 m
ALTO	1.50 m

4.5. Volumen de cisterna de agua tratada

El agua tratada que recolectaremos será únicamente distribuida para todos los inodoros y áreas verdes del edificio multifamiliar, por lo cual se procederá a contabilizar la cantidad de inodoros, como se muestra en la tabla N° 15; consideraremos una dotación de cada día para inodoros de 72 L/d según anexo N° 9 Encuesta y también un factor de seguridad del 30%. Cabe resaltar que es una consideración tomada para diseñar, así mismo el RNE IS 010 en el cual nos indica que en el caso de no existir tanque levado, se debe considerar como mínimo la dotación diaria para la capacidad total de la cisterna por lo tanto, asumirá el periodo de retención de (01) días.

Tabla 15 *cantidad de inodoros*
Fuente: Elaborado por los autores

Piso	Departamento	N° de aparatos	Áreas comunes	N° de aparatos	Inodoro
1	7	2	1	2	16
2	10	2	0	0	20
3	10	2	0	0	20
4	10	2	0	0	20
5	10	2	0	0	20
6	10	2	0	0	20
7	10	2	0	0	20
8	10	2	0	0	20
9	10	2	0	0	20
10	10	2	0	0	20
11	10	2	0	0	20
12	10	2	0	0	20
13	10	2	0	0	20
AZ	0	0	1	4	4
				TOTAL	260

Tabla 16 *dotación diaria y periodos*
Fuente: Elaborado por los autores

Dotación diaria de inodoro	72	L/d
Factor de seguridad	30	%
N° total de inodoros	260	und
Período de retención	1	d
Dotacion diaria de areas verdes	2	L/d/m2
Areas verdes	393	m2

- Vol. Cisterna de agua tratada (V.C.A.T.) = $Q \times q_i \times Tr \times Fs$
= **26.00 m3**

Por lo tanto la cisterna de agua tratada tendrá un volumen de 26.00 m3. Así mismo, las dimensiones de la cámara de paso serán:

Tabla 17 *dimensiones – cisterna agua tratada*
Fuente: Elaborado por los autores

ANCHO	3.00 m
LARGO	5.50 m
ALTO	1.60 m

4.6. Equipo de bombeo de la cámara de paso a la cisterna de agua tratada

Para poder determinar el cálculo del equipo de bombeo de la cámara de paso, primero asumiremos periodo de bombeo, el cual será de 1440 minutos ya que no cuenta con un tanque elevado. Tendremos en funcionamiento 02 bombas alternamente y una bomba se encontrará en stand by, para poder prevenir si es que una de las bombas tuviera imperfecciones; por cada filtro tendrá una pérdida

de carga de 4 m.c.a. y la presión que llegara hacia la cisterna de agua tratada será de 2 m.c.a..

4.6.1. Diámetro de tuberías

Para el cálculo se considera que la cámara de paso tiene 10.04 L/s de caudal máximo de llegada.

Para hallar del diámetro de las tuberías de succión se asumirá el tamaño siguiente superior a la tubería de impulsión según indica el RNE IS 010.

Para el cálculo de la tubería de impulsión emplearemos la siguiente formula:

$$Q_b = Q_m \left(\frac{24}{N} \right)$$

En el cual:

Q_b : Caudal de bombeo
 Q_m : Caudal máximo diario
N: Periodo de bombeo

Asi mismo:

$$Q_b = 10.04 \text{ l/s} \left(\frac{24}{24} \right) = \mathbf{10.04 \text{ L/s}}$$

Lo establecido por el RNE IS 010 anexo N°5, determina que si se tiene un caudal de 10.04 L/s se le asigna 3" de diámetro de impulsión, por lo tanto, el diámetro para la tubería de succión será de 4", cuando una bomba esté en funcionamiento solo recaudará un caudal de 5.02 L/s, así mismo le correspondería 2½" de diámetro, de esta manera se tendría 3" de diámetro de succión.

4.6.2. Altura dinámica total

Se usara la formula a continuación:

$$H.D.T. = H_f + H_g + P_s$$

Donde:

Hg: Altura geométrica

Hf: Pérdida de carga en tuberías impulsión y succión de la electrobomba (m).

Ps: Presión de salida en el punto más elevado (m).

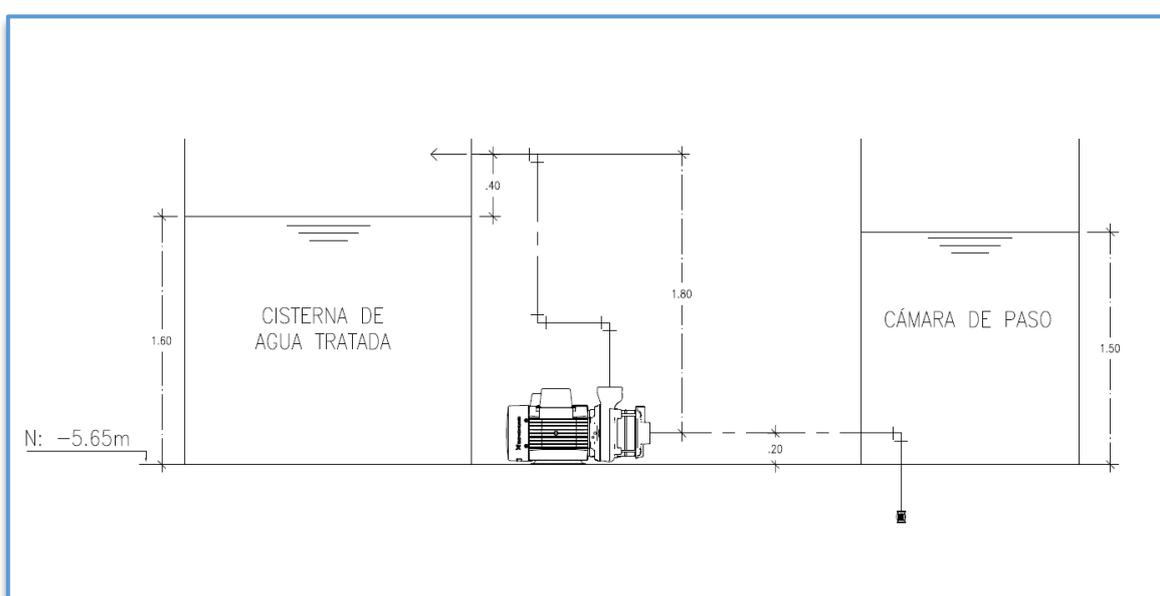


Figura 15 Esquema de bombeo de la cámara de paso a la cisterna de agua tratada
Fuente: Elaborado por los autores

- Altura Geométrica (Hg):

En la Figura 15 se aprecia :

Hg = Diferencia de cotas – altura de agua en la cisterna

$$H_g = 0.40 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en la tubería (Hf),

Para determina las perdidas de carga en la tubería se relaizara mediante la formula de Hazen y Williams:

$$h_f = 10,67 \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} \frac{L}{D^{4,87}}$$

luego hallaremos la perdida de carga por cada accesorio, como también las longitudes equivalentes específicamente para cada accesorio, con la ayuda del tabla N°1.

- Tramo A → B; se requiere calcular la medida que equivale para cada accesorios como se aprecia en el plano de I.S.A.T. en detalle D1:

Tabla 18 *Accesorios – equipo de bombeo, Tramo A-B*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Codo 2½" x 90°	01	2.20	2.20
Válvula retención 2½"	01	5.20	5.20
Válvula compuerta 2½"	01	0.48	0.48
Long. Tubería 2½"	01	1.54	1.54
		Long. Total	9.42

Resultado:

Tabla 19 *Longitudes – equipo de bombeo, Tramo A-B*
Fuente: Elaborado por los autores

Ø	4 pulgadas
Caudal.	15.08 L/s
C.	140 v
Longitud.	18.420 metros
Hf A→B.	0.28 metros

- Tramo B → C; procedemos a calcular la medida que equivale por cada accesorio, no obstante el caudal será 5.02 L/s ya que estara en funcionamiento una sola bomba, como se observa en el plano I.S.A.T, detalle D1:

Tabla 20 *Accesorios – equipo de bombeo, Tramo B→C*
 Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Válvula compuerta 3"	01	0.53	0.53
Reducción 4" → 3"	01	0.55	0.55
Long. Tub. 3"	01	0.80	0.80
		Long. Total	1.88

Resultado:

Tabla 21 *Longitudes – equipo de bombeo, Tramo B-C*
 Fuente: Elaborado por los autores

Diámetro	3 pulgadas
Caudal	5.02 L/s
C	140 F°G°
Longitud	1.880 metros
Hf B→C	0.03 metros

- Tramo C →D; procedemos a calcular la medida que equivale por cada accesorio, no obstante el caudal será 5.02 L/s ya que estará en funcionamiento una sola bomba, como se observa en el plano I.S.A.T, detalle D1:

Tabla 22 *Accesorios – equipo de bombeo, Tramo C-D*
 Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Canastilla succión 4"	01	8.30	8.30
Codo 4" x 90°	01	3.50	3.50
Tee. 4"	01	2.30	2.30
Válvula compuerta 4"	01	0.74	0.74
Long. Tub. 4"	01	3.58	3.58
		Long. Total	18.42

Resultado:

Tabla 23 *Longitudes – equipo de bombeo, Tramo C-D*
Fuente: Elaborado por los autores

Ø	2 1/2 pulgadas
Caudal	5.02 L/s
C	140 F°G°
Long.	9.420 metros
Hf C→D	0.40 Metros

➤ Tramo D → E; procedemos a calcular la medida que equivale para cada accesorio como se observa en el plano I.S.A.T, detalle D5:

Tabla 24 *Accesorios – equipo de bombeo, Tramo D-E*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 3"	01	1.60	1.60
Reducción 3" a 2½"	01	0.48	0.48
Tee 3"	01	5.50	5.50
Codo 3" x 90°	03	2.60	7.80
Long. Tub. 3"	01	4.01	4.01
Long. Total			19.39

Resultado:

Tabla 25 *Longitudes – equipo de bombeo, Tramo D→E*
Fuente: Elaborado por los autores

Ø	3 pulgadas
Caudal	10.04 L/s
C	140 PVC
Long.	19.390 metros
Hf D→E	1.22 metros

➤ Tramo E → F; procedemos a calcular la medida que equivale para cada accesorio como se observa en el plano I.S.A.T, detalle D5:

Tabla 26 *Accesorios – equipo de bombeo, Tramo E-F*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Válv. compuerta de 3"	01	0.53	0.53
Codo. 3" x 90°	01	2.60	2.60
Tee. 3"	01	1.60	1.60
Lon.Tub. 3"	01	4.16	4.16
		Long. Total	8.89

Resultado:

Tabla 27 Longitudes – equipo de bombeo, Tramo E-F
Fuente: Elaborado por los autores

Ø	3 pulgadas
Caudal	10.04 L/s
C	150 PVC
Long.	8.890 metros
Hf E→F	0.49 metros

➤ Tramo F → G; procedemos a calcular la medida que equivale para cada accesorio como se observa en el plano I.S.A.T, detalle D5:

Tabla 28 Accesorios – equipo de bombeo, Tramo F-G
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Válv. compuerta de 3"	01	0.53	0.53
Codo.3" x 90°	01	2.60	2.60
Tee.3"	01	1.60	1.60
Long. Tub.3"	01	4.70	4.70
		Long.Total	9.43

Resultado:

Tabla 29 Longitudes equipo de bombeo, Tramo F→G
Fuente: Elaborado por los autores

Ø	3 pulgadas
Caudal	10.04 L/s
C	150 PVC
Long.	9.43 metros
Hf F→G	0.52 metros

Obteniendo dichos números, procederemos a calcular la pérdida de carga en la tubería:

$$H_f = 0.28 + 0.03 + 0.40 + 1.22 + 0.49 + 0.52 + 4 \times (\text{pérdida de carga en filtro})$$

$$H_f = 18.94 \text{ metros}$$

Por lo tanto se tendría 18.94 metros de pérdida de carga en la tubería.

➤ Presión de salida (Ps): **2 metros**

Asimismo se procede a determinar la totalidad de altura dinámica del equipo de bombeo:

$$H.D.T. = H_g + H_f + P_s$$

$$H.D.T. = 0.30 + 18.94 + 2.00$$

$$H.D.T. = 21.24 \text{ m}$$

$$= \mathbf{22.00 \text{ m}}$$

Seguidamente se detalla las caracterización de la bomba a utilizar:

Tabla 30 Características caudal – equipo de bombeo
Fuente: Elaborado por los autores

Caudal de bombeo	5.02 l/s
Altura Dinámica Total	22.00 metros
Eficiencia	65%

Obtenido esta data se procede a calcular para cada electrobomba su potencia hidráulica aproximada:

$$\begin{aligned} \text{Potencia Hidráulica (Ph)} &= \frac{Q_b \times H.D.T.}{75.0 \times e} \\ &= \frac{6.04 \text{ L/s} \times 23.00 \text{ m}}{75.0 \times 0.65} \\ &= 2.26 \text{ horsepower} \end{aligned}$$

$$\text{Potencia Electrobomba (Pe)} = \mathbf{2.66 \text{ horsepower}}$$

4.7. Máxima demanda simultanea

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, solo se procedera a contabilizar el total de inodoros 260, se podra encontrar en el anexo N° 2 del reglamento IS 010 nos indica que U.D. es 3 para cada inodoro, obteniendo un total de 780 U.H. como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 31 Cantidad total de U.H. para inodoros
Fuente: Elaborado por los autores

Aparato sanitario	Número de aparatos	Unidades de Gasto.	Unidades Hunter.
Inodoros	260	03	780
		Total U.H.	780

Mediante el anexo N° 3 del Reglamento IS 010, tendremos que el total de U.H. es de 780, pero dicha cantidad no tiene generado un valor, por lo tanto, procederemos a interpolar.

Tabla 32 Cantidad total de U.H. para inodoros - Interpolación
Fuente: Elaborado por los autores

N° de unidades	Gasto probable L/s
750	6.20
780	6.44
800	6.60

4.8. Equipo de bombeo de la cisterna de agua tratada a la distribución

Primeramente tener en cuenta que asumiremos el periodo de bombeo será de 1440 minutos en vista que no se tiene tanque elevado, utilizaremos 02 bombas en alternada función y 01 bomba se encontrara en instalada, para poder prevenir si es que una de las otras bombas, tuviera imperfecciones. La presión establecida según la normal del RNE IS 010 se considerará la mínima de 2 m.c.a.

4.8.1. Diámetro de tuberías

De acuerdo a lo obtenido mediante el ítem 4.7. Tenemos que la máxima demanda simultanea es 6.44 L/s, por lo cual mediante el anexo N° 5 del Reglamento IS 010, determinaremos la medida de tubería de impulsión, y para hallar la tubería de succión se asumirá el diámetro superior inmediato de la tubería de impulsión según lo establecido por la normal del RNE IS 010, emplearemos la siguiente fórmula para calcular la tubería de impulsión:

$$Q_b = Q_m \left(\frac{24}{N} \right)$$

Donde:

Q_b : Caudal bombeo

Q_m : Caudal diario máximo

N: Periodo de bombeo

Asi mismo:

$$Q_b = 6.44 \frac{L}{s \left(\frac{24}{24} \right)} = 6.44 \text{ L/s}$$

De acuerdo al anexo N°5 del Reglamento IS 010, para caudal de 6.44 L/s se le asigna una tubería 2 ½" para impulsión, por lo tanto, la tubería de succión será de 3"; cuando una bomba se encuentre en funcionamiento su caudal será de 3.22 L/s, por consiguiente, le toca de impulsión 2" de diámetro y para la tubería de succión será de 2 ½" de diámetro.

4.8.2. Altura dinámica total

Para realizar el cálculo de la altura dinámica total del equipo de bombeo será:

$$\text{H.D.T.} = H_g + H_f + P_s$$

- Altura Geométrica (H_g):

Se aprecia en la Figura 9 lo siguiente:

H_g = Diferencia de cotas – altura de agua en la cisterna

$$\begin{aligned} H_g &= 62.30 \text{ metros} - 1.60 \text{ metros} \\ &= \mathbf{60.70 \text{ metros}} \end{aligned}$$

- Pérdida de carga en la tubería (H_f),

Para obtener la pérdida de carga se empleará la fórmula de Hazen y Williams:

$$h_f = 10,67 \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} \frac{L}{D^{4,87}}$$

Por lo tanto hallando la pérdida de carga por cada accesorio, se procederá a hallar las medidas equivalentes de cada uno de los accesorios, mediante la aplicación de la tabla N° 1.

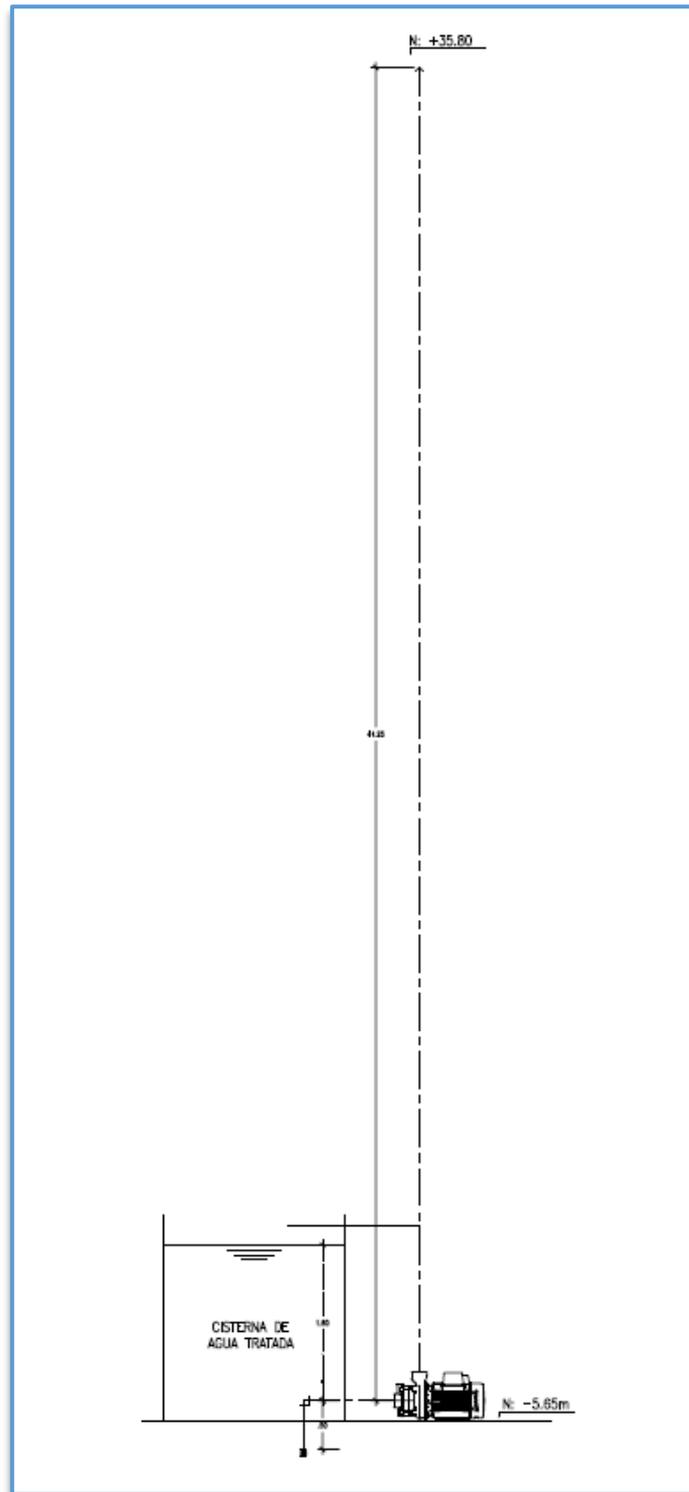


Figura 16: Esquema de bombeo de la cisterna de agua tratada a la distribución
 Fuente: Elaborado por los autores.

- Tramo A → B; se requiere calcular la medida que equivale cada accesorios como se aprecia plano I.S.A.T. en el detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 33 accesorios – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo F-G*
 Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Canastilla de succión. 3"	1	8.300	8.300
Codo. 3" x 90°	1	2.600	2.600
Tee. 3"	1	5.500	5.500
Válvula. Compuerta. 3"	1	0.530	0.530
Longitud tubería. 3"	1	4.160	4.160
		Longitud total	21.090

Resultado:

Tabla 34 Longitudes – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo F-G*
 Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	3 Pulgadas	3 pulgadas
Caudal.	6.44 L/s	6.44 L/s
C.	140 F°G°	140F°G°
Vel.	1.41 m/s	1.41m/s
Long.		21.09m
Hf A-B		0.58m

- Tramo B → C; procederemos a calcular la longitud que equivale segun cada accesorio, asi mismo el caudal es de 3.22 litros por segundo ya que solo estara en funcionamiento una sola bomba, como se aprecia en el plano I.S.A.T. en el detalle D2:

Tabla 35 accesorios – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo B-C*
 Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Reducción de 4" → 3"	0	0.550	0.000
Reducción de 3" → 2½"	1	0.480	0.480
Válvula compuerta. de 2½"	1	0.480	0.480
Long. de tubería 2½"	1	1.540	1.540
		Longitud total	2.500

Resultado:

Tabla 36 Longitudes – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo B-C*
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	2 1/2 Pulgadas	2 1/2 pulgadas
Caudal.	3.22L/s	3.22L/s
C.	140 F°G°	140F°G°
Vel.	1.02m/s	1.02m/s
Long.		2.500m
Hf B-C		0.05

- Tramo C→D; se requiere calcular la longitud equivalente para cada accesorio, asimismo el caudal será 3.22 L/s por solo tener una, tal cual se aprecia en el plano I.S.A.T. en el detalle D2:

Tabla 37 Accesorios – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo C-D*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Válvula compuerta 2"	1	0.37	0.37
Válvula retención 2"	1	4.40	4.40
Codo. 2" x 90°	1	1.60	1.60
Long. tubería. 2"	1	1.54	1.54
		Longitud total	7.91

Resultado:

Tabla 38 Longitudes – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo C-D*
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	2 Pulgadas	2 pulgadas
Caudal.	3.22L/s	3.22L/s
C.	140 F°G°	140F°G°
Velocidad.	1.59/s	1.59m/s
Longitud.		7.910metros
Hf C-D		0.44 metros

- Tramo D → E; se requiere calcular la longitud que equivale a cada accesorios como se aprecia plano I.S.A.T. en el detalle D6:

Tabla 39 accesorios – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo D-E*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 3"	1	1.60	1.60
Reducción 3" → 2"	1	2.10	2.10
Tee. 3"	1	1.60	1.60
Codo. 3" x 90°	1	2.60	2.60
Long. tubería 3"	1	20.56	20.56
		Longitud total	28.46

Resultado:

Tabla 40 Longitudes – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo D-E*
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEORÍA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	2 1/2Pulgadas	3 pulgadas
Caudal.	6.44L/s	6.44L/s
C.	140PVC	140PVC
Vel.	2.03m/s	1.41m/s
Long.		28.460metros
Hf D-E		0.78metros

- Tramo E → F; se requiere calcular la longitud equivalente para cada accesorios como se aprecia plano I.S.A.T. en el detalle D6:

Tabla 41 accesorios – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo E-F*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 3"	1	1.60	1.60
Long. tubería 3"	1	4.78	4.78
		Longitud total	6.38

Resultado:

Tabla 42 Longitudes – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo E-F*
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	2 1/2Pulgadas	3 pulgadas
Caudal.	6.44L/s	6.44L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	2.03m/s	1.41m/s
Long.		6.380metros
Hf E-F		0.15metros

- Tramo F → G; se requiere calcular la longitud que equivale a cada accesorios como se aprecia plano I.S.A.T. en el detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 43 Cantidad de U.H. en el tramo F-G
Fuente: Elaborado por los autores

Aparatos sanitario	Número de aparatos	Unidades de Gasto.	Unidades Hunter.
Inodoro.	244	03	732
		Total U.H.	732

Procederemos a interpolar las unidades Hunter obtenidos 732.

Tabla 44 Cantidad de U.H. en el tramo F-G, *Interpolación*
Fuente: Elaborado por los autores

Nº de unidades	Gasto probable
700	5.95 L/s
732	6.11 L/s
750	6.20 L/s

Por lo tanto, para 732 Unidades Hunter el gasto probablemente será de 6.11 L/s siendo este resultado el que llegará en este tramo.

Tabla 45 accesorios – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo F-G*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 3"	1	1.60	1.60
Long. tubería 3"	1	2.50	2.50
		Longitud total	4.10

Resultado:

Tabla 46 Longitudes – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo F-G*
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	2 1/2Pulgadas	3 pulgadas
Caudal.	6.11L/s	6.11L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	1.93 m/s	1.34m/s
Long.		4.10metros
Hf F-G		0.09metros

- Tramo G → H; se requiere calcular la longitud que equivale para cada accesorios como se aprecia plano I.S.A.T. en el detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 47 Cantidad de U.H. en el tramo G-H
Fuente: Elaborado por los autores

Aparato sanitario	Número de aparatos	Unidades de Gasto	Unidades Hunter
Inodoros	224	3	672
		Total U.H.	672

Procederemos a interpolar las unidades Hunter obtenidos 672.

Tabla 48 Cantidad de U.H. en el tramo G-H, Interpolación
Fuente: Elaborado por los autores

Número de unidades	Gasto probable L/s
650 U.H.	5.85

672 U.H.	5.89
700 U.H.	5.95

Realizando cálculos obtener 672 U.H. y una probabilidad de 5.89 L/s siendo este resultado el que llegará en este tramo.

Tabla 49 Longitudes – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo G-H*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 2 1/2"	1	1.350	1.350
Long. Tub. 2 1/2"	1	2.540	2.540
		Long. Total	3.890

Resultado:

Tabla 50 Accesorios – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo G-H*
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	2 1/2Pulgadas	2 1/2 pulgadas
Caudal.	5.89L/s	5.89L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	1.86m/s	1.86m/s
Long.		3.890metros
Hf G-H		0.19metros

- Tramo H → I; se requiere calcular la longitud que equivale a cada accesorios como se aprecia plano I.S.A.T. en el detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 51 Cantidad de U.H. en el tramo H-I
Fuente: Elaborado por los autores

Aparatos sanitarios	Numero de aparatos	Unidades de Gasto	Unidades Hunter.
Inodoros	204	03	612
		Total U.H.	612

Procederemos a interpolar las unidades Hunter obtenidos 612.

Tabla 52 Cantidad de U.H. en el tramo H-I, Interpolación
Fuente: Elaborado por los autores

Número de unidades	Gasto probablemente L/s
600	5.34
612	5.46
650	5.85

Por lo tanto, para 612 Unidades Hunter la probabilidad de gasto será de 5.46 L/s siendo este resultado el que llegará en este tramo.

Tabla 53 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo H-I
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 21/2"	1	1.35	1.35
Long. Tub. 21/2"	1	2.54	2.54
		Long. Total	3.89

Resultado:

Tabla 54 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo H-I
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	2 1/2Pulgadas	2 1/2 pulgadas
Caudal.	5.46L/s	5.46L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	1.72m/s	1.72m/s
Long.		3.890metros
Hf H-I		0.1metros

- Tramo I → J; se requiere calcular la longitud que equivale a cada accesorios como se aprecia plano I.S.A.T. en detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 55 Cantidad de U.H. en el tramo I-J
Fuente: Elaborado por los autores

Aparato sanitario	Numero de aparatos	Unidades de Gasto	Unidades Hunter
Inodoros.	184	3	552
Total U.H.			552

Número de unidades	Gasto probable L/s
550	5.02
552	5.03
600	5.34

Procederemos a interpolar las unidades Hunter obtenidos 552.

Tabla 56 Cantidad de U.H. en el tramo I-J, Interpolación
Fuente: Elaborado por los autores

Asi mismo, en 552 Unidades Hunter la probabilidad de gasto será de 5.03 L/s siendo este resultado el que llegará en este tramo.

Tabla 57 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo I-J
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Unidades	Long. equivalente	Long. parcial
Tee.2 1/2"	1	1.35	1.35
Long. Tub. 2 1/2"	1	2.54	2.54
Long. Total			3.89

Resultado:

Tabla 58 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo I-J

Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	2 1/2Pulgadas	2 1/2 pulgadas
Caudal.	5.03L/s	5.03L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	1.59m/s	1.59m/s
Long.		3.890metros
Hf I-J		0.15 metros

- Tramo J → K; se requiere calcular la longitud que equivale a cada accesorios como se aprecia plano I.S.A.T. en detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 59 Cantidad de U.H. en el tramo J-K
Fuente: Elaborado por los autores

Aparato sanitario	Número de aparatos	Unidades de Gasto.	Unidades Hunter
Inodoros.	164	3	492
		Total U.H.	492

Procederemos a interpolar las unidades Hunter obtenidos 492.

Tabla 60 Cantidad de U.H. en el tramo J-K, *Interpolación*
Fuente: Elaborado por los autores

Número de unidades	Gasto probable L/s
480	4.57
492	4.65
500	4.71

Por lo tanto, para 492 Unidades Hunter la probabilidad de gasto 4.65 L/s siendo este resultado el que llegará en este tramo.

Tabla 61 Accesorios – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo J-K*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 2 1/2"	1	1.350	1.35
Long. Tub. 2 1/2"	1	2.540	2.54
		Long. Total	3.89

Resultado:

Tabla 62 Longitudes – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo J-K*
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	2 1/2Pulgadas	2 1/2 pulgadas
Caudal.	4.65L/s	4.65L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	2.30m/s	1.47m/s
Long.		3.890metros
Hf J-K		0.13metros

- Tramo K → L; se requiere calcular la longitud equivalente para cada accesorios como se aprecia en el plano de I.S.A.T. en detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 63 Cantidad de U.H. en el tramo K-L
Fuente: Elaborado por los autores

Aparato sanitario	Número de aparatos	Unidades de Gasto.	Unidades Hunter.
Inodoros	144	3	432
		Total U.H.	432

Procederemos a interpolar las unidades Hunter obtenidos 432.

Tabla 64 Cantidad de U.H. en el tramo K-L, *Interpolación*
Fuente: Elaborado por los autores

Número de unidades	Gasto probable (L/s)
420	4.12

432	4.21
440	4.27

Por lo tanto, para 432 Unidades Hunter la probabilidad de gasto será 4.21 L/s siendo este resultado el que llegará en este tramo.

Tabla 65 Accesorios – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo K-L*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 2 1/2"	1	1.350	1.35
Long. Tub. 2 1/2"	1	2.540	2.54
		Long. Total	3.89

Resultado:

Tabla 66 Longitudes – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo K-L*
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	2 Pulgadas	2 1/2 pulgadas
Caudal.	4.21L/s	4.21L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	2.08m/s	1.33m/s
Long.		3.890metros
Hf K-L		0.10metros

- Tramo L → M; se requiere calcular la longitud que equivale para cada accesorios como se aprecia en el plano de I.S.A.T. en detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 67 Cantidad de U.H. en el tramo L-M
Fuente: Elaborado por los autores

Aparato sanitario	Número de aparatos	Unidades de Gasto	Unidades Hunter
Inodoros.	124	3	372
		Total U.H.	372

Procederemos a interpolar las unidades Hunter obtenidos 372.

Tabla 68 Cantidad de U.H. en el tramo L-M, *Interpolación*
Fuente: Elaborado por los autores

Número de unidades	Gasto probable L/s
340	3.52
372	3.64
380	3.67

Por lo tanto, en 372 Unidades Hunter la probabilidad de gasto será de 3.64 L/s siendo este resultado el que llegará en este tramo.

Tabla 69 Accesorios – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo L-M*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 2"	1	1.10	1.10
Long. Tub. 2"	1	2.58	2.58
		Longitud total	3.68

Resultado:

Tabla 70 Longitudes – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo L-M*
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	2 Pulgadas	2 pulgadas
Caudal.	3.64 L/s	3.64L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	1.80 m/s	1.80m/s
Long.		3.680metros
Hf L-M		0.22metros

- Tramo M → N; se requiere calcular la longitud que equivale para cada accesorios como se aprecia en el plano de I.S.A.T. en detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 71 Cantidad de U.H. en el tramo *M-N*
Fuente: Elaborado por los autores

Aparato sanitario	Número de aparatos	Unidades de Gasto	Unidades Hunter
Inodoros	104	3	312

Total U.H.	312
-------------------	------------

Procederemos a interpolar las unidades Hunter obtenidos 312.

Tabla 72 Cantidad de U.H. en el tramo *M-N*, *Interpolación*
Fuente: Elaborado por los autores

Numero de unidades	Gasto probable L/s
300	3.32
312	3.35
320	3.37

Por lo tanto, en 312 Unidades Hunter la probabilidad de gasto será de 3.35 L/s siendo este resultado el que llegará en este tramo.

Tabla 73 Accesorios – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo M-N*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Reducción 3" → 2½"	1	0.48	0.48
Tee. 2"	1	1.10	1.10
Long.Tub. 2"	1	2.58	2.58
Longitud total			4.16

Resultado:

Tabla 74 Longitudes – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo M-N*
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	2 Pulgadas	2 pulgadas
Caudal.	3.35 L/s	3.35L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	1.65 m/s	1.65m/s
Long.		4.160metros
Hf M-N		0.22metros

- Tramo N → Ñ; se requiere calcular la longitud que equivale para cada

accesorios como se aprecia en el plano de I.S.A.T. en detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 75 Cantidad de U.H. en el tramo N-Ñ
Fuente: Elaborado por los autores

Aparato sanitario	Número de aparatos	Unidades de Gasto	Unidades Hunter
Inodoros	84	3	252
Total U.H.			252

Procederemos a interpolar las unidades Hunter obtenidos 252.

Tabla 76 Cantidad de U.H. en el tramo N-Ñ, Interpolación
Fuente: Elaborado por los autores

Número de unidades	Gasto probable L/s
250	2.84
252	2.85
260	2.91

Por lo tanto, para 252 Unidades Hunter la probabilidad de gasto será de 2.85 L/s siendo este resultado el que llegará en este tramo.

Tabla 77 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo N-Ñ
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 2"	1	1.10	1.10
Long. Tub. 2"	1	2.58	2.58
Longitud total			3.68

Resultado:

Tabla 78 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo N-Ñ
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	1 1/2 Pulgadas	2 pulgadas
Caudal.	2.85L/s	2.85L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	2.50m/s	1.41m/s

Long.		3.680metros
Hf N-Ñ		0.14metros

- Tramo Ñ → O; se requiere calcular la longitud equivalente para cada accesorios como se aprecia en el plano de I.S.A.T. en detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 79 Cantidad de U.H. en el tramo Ñ-O
Fuente: Elaborado por los autores

Aparato sanitario	Número de aparatos	Unidades de Gasto	Unidades Hunter
Inodoro	64	3	192
Total U.H.			192

Procederemos a interpolar las unidades Hunter obtenidos 192.

Tabla 80 Cantidad de U.H. en el tramo Ñ-O, *Interpolación*
Fuente: Elaborado por los autores

Número de unidades	Gasto probable L/s
190	2.37
192	2.39
200	2.45

Por lo tanto, en 192 Unidades Hunter la probabilidad de gasto será de 2.39 L/s siendo este resultado el que llegará en este tramo.

Tabla 81 Accesorios – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo Ñ-O*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 2"	1	1.100	1.100
Long. Tub.2"	1	2.580	2.580
		Long. Total	3.680

Resultado:

Tabla 82 Longitudes – *equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo Ñ-O*
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	1 1/2 Pulgadas	2 pulgadas
Caudal.	2.39L/s	2.39L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	2.09m/s	1.18m/s
Long.		3.680metros
Hf Ñ-O		0.10metros

- Tramo O → P; se requiere calcular la longitud equivalente para cada accesorios como se aprecia en el plano de I.S.A.T. en detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 83 Cantidad de U.H. en el tramo O-P
Fuente: Elaborado por los autores

Aparatos sanitarios	Número de aparatos	Unidades de Gasto	Unidades Hunter.
Inodoros	44	3	132

Total U.H.	132
-------------------	------------

Procederemos a interpolar las unidades Hunter obtenidos 132.

Tabla 84 Cantidad de U.H. en el tramo O-P, Interpolación
Fuente: Elaborado por los autores

Número de unidades	Gasto probable L/s
130	1.91
132	1.92
140	1.98

Por lo tanto, en 132 Unidades Hunter la probabilidad de gasto será de 1.92 L/s siendo este resultado el que llegará en este tramo.

Tabla 85 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo O-P
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 1½”	01	0.89	0.89
Long. Tub. 1½”	01	2.64	2.64
		Long. Total	3.53

Resultado:

Tabla 86 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo O-P
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	1 1/2 Pulgadas	1 1/2 pulgadas
Caudal.	1.92L/s	1.92L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	1.69m/s	1.69m/s
Long.		3.530metros
Hf O-P		0.27metros

- Tramo P → Q; se requiere calcular la longitud que equivale a cada accesorios como se aprecia en el plano de I.S.A.T. en detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 87 Cantidad de U.H. en el tramo P-Q
Fuente: Elaborado por los autores

Aparatos sanitarios	Número de aparatos	Unidades de Gasto	Unidades Hunter
Inodoros	24	3	72
		Total U.H.	72

Se obtiene 72 Unidades Hunter y se procede a interpolar.

Tabla 88 Cantidad de Unidades Hunter. en el tramo P-Q, Interpolación
Fuente: Elaborado por los autores

Número de unidades	Gasto probable L/s
70	1.36
72	1.38
75	1.41

Por lo tanto, en 72 Unidades Hunter la probabilidad de gasto será de 1.38 L/s siendo este resultado el que llegará en este tramo.

Tabla 89 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo P-Q
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 1 1/4"	1	0.6	0.6
Long. Tub. 1 1/4"	1	1.2	1.2
		Long. Total	1.8

Resultado:

Tabla 90 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo P-Q
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	1 1/4 Pulgadas	1 1/4 pulgadas
Caudal.	1.38L/s	1.38L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	1.74m/s	1.74m/s
Long.		1.800metros
Hf P-Q		0.18metros

- Tramo Q → R; se requiere calcular la longitud que equivale a cada accesorios como se aprecia en el plano de I.S.A.T. en detalle D6, pero el caudal varía:

Tabla 91 Cantidad de U.H. en el tramo Q-R
Fuente: Elaborado por los autores

Aparato sanitario	Número de aparatos	Unidades de Gasto	Unidades Hunter
Inodoros.	4	3	12
		Total U.H.	12

Procederemos a interpolar las unidades Hunter obtenidos 12.

Tabla 92 Cantidad de U.H. en el tramo Q-R, Interpolación
Fuente: Elaborado por los autores

Nº de unidades	Gasto probable
12	0.38 L/s

Por lo tanto, en 12 Unidades Hunter la probabilidad de gasto será de 0.38 L/s siendo este resultado el que llegará en este tramo.

Tabla 93 Accesorios – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo Q-R
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Tee. 3/4"	1	0.160	0.160
Long. Tub. 3/4"	1	2.500	2.500
		Long. total	2.660

Resultado:

Tabla 94 Longitudes – equipo de bombeo de cisterna a distribución, Tramo Q-R
Fuente: Elaborado por los autores

	SEGUN TEÓRIA	DISEÑO PROPUESTO
Diámetro.	3/4 Pulgadas	3/4 pulgadas
Caudal.	0.38L/s	0.38L/s
C.	150 PVC	150PVC
Vel.	1.33m/s	1.33m/s
Long.		2.660metros
Hf Q-R		0.29metros

Obtenidos lo resultados, hallaremos la perdida de carga en la tuberia.

$$H_f = 0.58 + 0.05 + 0.44 + 0.78 + 0.15 + 0.09 + 0.19 + 0.17 + 0.15 + 0.13 + 0.10 + 0.22 + 0.22 + 0.14 + 0.10 + 0.27 + 0.18 + 0.29$$

$$H_f = 4.25 \text{ m}$$

Por lo tanto la pérdida de carga en la tubería será de **4.25 metros**

- Presión de salida (Ps): **2.00 metros**

Asimismo en el equipo de bombeo tenemos una altura dinámica total de:

$$H.D.T. = H_g + H_f + P_s$$

$$H.D.T. = 60.70 + 4.25 + 2.00$$

$$H.D.T. = \mathbf{66.95 \text{ metros}}$$

De esta manera la bomba tendrá las características descritas a continuación:

El caudal de bombeo debe ser de 4.15 L/s, una altura dinámica total de 73 metros y una eficiencia de 65 %.

4.9. Volumen de la cámara de desagüe

Se procederá a elaborar el diseño de la cámara de desagüe que nos servirá para eliminar el exceso o residuos de agua grises, ya que también podremos darle un buen provecho como sumidero del rebose de la cisterna de agua tratada con el

fin de poder evitar futuras inundaciones o en el caso de encontrar una tubería rota.

4.9.1. Volumen de desagüe

De acuerdo al RNE. Instalaciones Sanitarias 010 nos indica que, para almacenar aguas residuales, se debe tener en cuenta la dotación diaria según la cantidad de dormitorios y departamentos:

Tabla 95 Dotación *diaria por cada departamento según número de dormitorios.*
Fuente: RNE IS 010

# dormitorios por departamento	Dotación por cada departamento
01	500L/d
02	850L/d
03	1200L/d
04	1350L/d
05	1500L/d

Cabe recalcar que existen 2 tipos de departamentos, procedemos a calcular la dotación por día en total, como observamos en la tabla N° 96:

Tabla 96 Dotación *diaria total.*
Fuente: Elaborado por los autores

Tipo de departamento	Número de departamentos	Dotación	Dotación diaria parcial
2 Dormitorios	37	850	31,450
3 Dormitorios	90	1,200	108,000
		Dotación diaria Total	139,450.00

Obtenemos que la dotación diaria total es de 139,450.00 Litros por día generando aguas negras y grises, con el anexo N° 2 del Reglamento partida IS. 010 llegaremos a obtener las Unidades Hunter de los aparatos sanitarios, tal cual se aprecia en la tabla 97:

Tabla 97 Cantidad *total de Unidades Hunter.*
Fuente: Elaborado por los autores

Aparato sanitario	Total de aparatos	Unidades de Gasto	Unidades Hunter
Lavamanos	260	01	260
Ducha	254	02	508
Lavandería	127	03	381
Lavadora	127	03	381
Inodoro	260	03	780
Cocina	127	03	381
Número Total de Unidades Hunter.			2691

Después de haber calculado la totalidad de Unidades Hunter producidos por los aparatos o equipos sanitarios, se llegará a obtener la cantidad de aguas negras y grises producidas en la totalidad de los departamentos del edificio, lo cual se detalla en la tabla a continuación:

Tabla 98 Porcentaje de aguas negras y grises generadas.
Fuente: Elaborado por los autores

Agua residual según su tipo	Cantidad de Unidades Hunter	Proporción
Grises.	1530	57%
Negras.	1161	43%

Por lo tanto el volumen de aguas grises a diario será:

- Vol. de desagüe = 139,450 Litros por 24 h x 24 h día x 57%
= 79,487 L

Para proceder a calcular la cámara de desagüe y su capacidad, acudiremos a la norma RNE IS 010, la cual nos indica que la capacidad no debe ser menor al volumen que equivale a un 1/24 de la dotación diaria, ni mayor al volumen que equivale a un ¼ de la dotación por día.

Tabla 99 Volumen de desague
Fuente: Elaborado por los autores

Volumen de desague	79,487
1/4	19,872
1/24	3,312

Ya que la gran cantidad de aguas grises recolectadas serán reutilizadas, tenemos que utilizar la mínima cantidad que llegará a la cámara de desague, por lo tanto, se procederá a diseñar según la norma con la cantidad mínima requerida.

Por lo tanto el volumen de desague tiene un diseño de **3.30 m3**.

4.9.2. Volumen de sumidero

La cantidad de agua tratada que se encuentra en la cisterna, tendrá un caudal de 5.02 L/s, por lo tanto, se considerará la abertura de la válvula por periodo de 180 segundos.

Tabla 100 Caudal y tiempo - Desague
Fuente: Elaborado por los autores

Caudal de Llegada	5.03 L/s
Tiempo de retención	180 segundos

- Vol. de sumidero (V.S.) = 5.03 L/s x 180s
= 904.60 L = **905.00 Litros**

Entonces, el Vol. de Sumidero es de **1.0 m3**.

Finalmente, la cámara de desague tendrá un volumen de :

- Volumen de cámara de desague (V.C.D.) = V.D. + V.S.
= 3.30 + 0.9
= **4.20 m3**

4.10. Equipo de bombeo de la cámara de desagüe

Según el reglamento IS 010 se procederá a considerar 02 bombas que tendrán función alternada en donde la suficiencia de la bomba será el mismo del gasto máximo.

4.10.1. Diámetro de tuberías

Calcularemos la demanda máxima el cual será la sustracción del caudal máximo de recolección y el caudal mínimo de la tubería de distribución, por lo tanto el caudal de la tubería de recolección será de 10.04 L/s ya que cuando se procederá a darle un mantenimiento al sistema de tratamiento, estas aguas serán conducidas directamente a la cámara de desagüe; de la misma manera el caudal de la tubería de distribución se considerará 0 L/s ya que estamos asumiendo que cero inodoros estarán funcionando, por lo cual obtenemos:

Tabla 101 Caudal Máximo y Caudal Mínimo.
Fuente: Elaborado por los autores

Caudal Máximo de recolección	10.04 L/s
Caudal Mínimo de distribución	0.00 L/s
Caudal máximo de llegada	10.04 L/s

La normativa IS 010 nos menciona que la capacidad total de bombeo tiene que ser el 150% como mínimo del gasto máximo que adquiere la cámara, pero se tomara el 175% para lograr resarcir el pozo sumidero (caudal):

$$Q_b = 10.04 \text{ L/s } 175\%$$

Por lo tanto:

$$Q_b = 10.04 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times 175\% = \mathbf{15.05 \text{ L/s}}$$

Lo establecido por el anexo N°5 del reglamento IS 010, para un caudal de 15.05 L/s se debe usar un diámetro 4" de impulsión.

4.10.2. Altura dinámica total

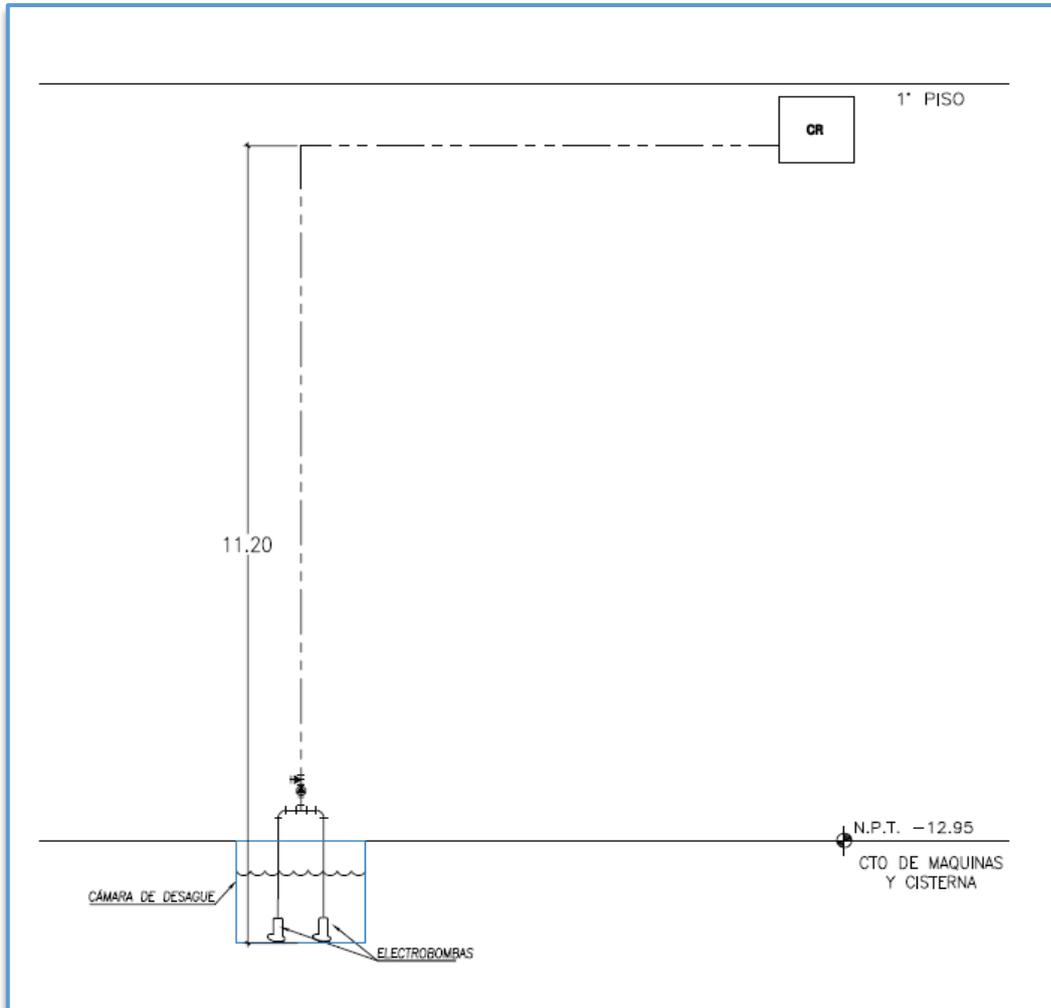


Figura 17 Esquematización de la cámara de Desagüe en el bombeo.
Fuente: Elaborado por los autores

- Altura Geométrica (Hg):

Según la Figura 17 se detalla a continuación:

$$\begin{aligned} H_g &= 11.20 \text{ m} - 0.00 \text{ m} \\ &= \mathbf{11.20 \text{ m}} \end{aligned}$$

- Pérdida de carga en la tubería (Hf)

Se usará la ecuación de Hazen y Williams para obtener la pérdida de carga en la tubería:

$$hf = 10,67 \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} \frac{L}{D^{4,87}}$$

Para poder hallar la pérdida de carga por cada accesorio se procederá a encontrar las medidas equivalentes por cada accesorio mediante el cuadro Número 1.

- Tramo A → B; requiere calcular la medida que equivale a cada accesorio como se aprecia en el plano de I.S.A.G en detalle D1.:

Tabla 102 Accesorios – *equipo de bombeo cámara de desague, Tramo A-B*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Unidades	Long. Equivalente	Long. Parcial
Válvula retención de 4"	01	8.40	8.40
Válvula compuerta de 4"	01	0.74	0.74
Codo. 4" x 90°	01	3.50	3.50
Long.Tub. 4"	01	4.71	4.71
		Longitud total	17.35

Resultado:

Tabla 103 Longitudes – *equipo de bombeo cámara de desague, Tramo A-B*
Fuente: Elaborado por los autores

Diámetro.	4 pulgadas
Caudal.	15.05 L/s
C.	140 F°G°
Longitud.	17.35 metros
Hf A-B	0.57 metros

- Tramo B → C; requiere calcular la medida que equivale a cada accesorio como se aprecia en el plano de I.S.A.G. en detalle D1.:

Tabla 104 Accesorios – *equipo de bombeo cámara de desague, Tramo B-C*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Codo. 4" x 90°	01	3.50	3.50
Tee. 4"	02	2.30	4.60

Long. Tub. 4"	01	2.18	2.18
		Long. Total	10.28

Resultado:

Tabla 105 Longitudes – *equipo de bombeo camara de desague, Tramo B-C*
Fuente: Elaborado por los autores

Diámetro	4 pulgadas
Caudal	15.05 L/s
C	140 F°G°
Long.	10.28 metros
Hf B→C	0.34 metros

- Tramo C → D; requiere calcular la medida que equivale a cada accesorios como se aprecia en el plano de I.S.A.G. en detalle D2.:

Tabla 106 Accesorios – *equipo de bombeo camara de desague, Tramo C-D*
Fuente: Elaborado por los autores

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud parcial
Codo de 4" x 90°	01	3.50	3.50
Long. Tub. 4"	01	40.94	40.94
		Long. Total	44.44

Resultado:

Tabla 107 Longitudes – *equipo de bombeo camara de desague, Tramo C-D*
Fuente: Elaborado por los autores

Diámetro.	4 pulgadas
Caudal.	15.05 L/s
C.	150 PVC
Long.	44.44 metros
Hf C→D.	1.28 metros

Con los resultados obtenidos, hallaremos lo siguiente:

- Pérdida de carga en la tubería:

$$H_f = 0.57 + 0.34 + 1.28$$

$$H_f = 2.19 \text{ metros}$$

Por lo tanto se tiene de perdida 2.19 metros en la tubería y una presión de salida de 0.00 metros

Asimismo en el equipo de bombeo se tiene una la H.D.T.:

$$\begin{aligned} \text{H.D.T.} &= H_g + H_f + P_s \\ \text{H.D.T.} &= 11.20 + 2.19 + 0.00 \\ \text{H.D.T.} &= \mathbf{13.39 \text{ metros}} \end{aligned}$$

Entonces para elegir la bomba y características es de la siguiente manera:

Tabla 108 Caudal bombeo, altura dinámica y eficiencia
Fuente: Elaborado por los autores

Caudal de bombeo	21.14 l/s
Altura Dinámica Total	16.00 metros
Eficiencia	65.00%

De esta manera obtenidos los datos se procede a estimar su potencia hidráulica de cada electrobomba, empleando la fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Potencia Hidráulica (Ph)} &= \frac{Q_b \times H.D.T.}{75 \times e} \\ &= \frac{21.14 \text{ l/s} \times 16.00 \text{ m}}{75.0 \times 0.65} \\ &= 4.32 \text{ HP} \end{aligned}$$

$$\text{Potencia Electrobomba} = (P_e) = \mathbf{5.09 \text{ HP}}$$

4.11. Filtros

A fin de un correcto reciclaje de aguas grises utilizaremos lo siguiente :

- 02 Filtro multimedia de 16 gpm/pie²
- 02 Filtro carbón activado de 15 gpm/pie²

Teniendo en cuenta que el caudal para estos filtros es de:

$$\mathbf{10.04\ L/s = 160\ gpm}$$

Área de filtro multimedia: $160\ gpm / (16\ gpm/pie^2) = 10\ pie^2$

Al considerar 02 filtros multimedia, cada filtro deberá tener la mitad es decir, 5.0 pie²

Asi mismo, el filtro tendra un diámetro de:

$$diámetro = \sqrt{\frac{4 \times 5\ pie^2}{\pi}} = 2.6\ pies$$

Por lo tanto se elige 33" de diámetro para el filtro.

Área de filtro carbón activado = $160\ gpm / (15\ gpm/pie^2)$
= 11 pie²

Se considera 02 filtros multimedia, asimismo 5.3 pie² cada filtro.

En consecuencia, se tendra un diámetro del filtro de:

$$diámetro = \sqrt{\frac{4.0 \times 5.3\ pie^2}{\pi}} = 2.7\ pies$$

Se procedera a elegir el filtro de diametro 32".

CAPITULO V. RESULTADOS

5.1. Sistema de recolección

Los resultados del sistema de recolección se presentan a continuación:

5.1.1. Diámetro de tuberías

Las tuberías de los montantes de recolección serán de 2, 3 y 4 pulgadas de diámetro; puesto que los diámetros de las tuberías colgadas, enterradas y adosadas se llegaron a calcular con el anexo N°8 del RNE IS 010.

5.1.2. Volumen de trampa de grasa

Realizando cálculos de datos específicos y el caudal máximo de llegada se llegó al siguiente resultado:

Vol. Trampa de Grasa	=	51,276	Litros
		52.00	m3

Cumpliendo con el mínimo requerido las dimensiones del diseño serán las siguientes:

Tabla 109 *Dimensiones Trampa de Grasa*
Fuente: Elaborado por los autores

ANCHO	8.20 m
LARGO	4.00 m
ALTO	1.60 m

5.1.3. Volumen de la cámara de paso

El resultado obtenido es el siguiente:

Vol. de Cámara de Paso	12,068 Litros
-------------------------------	----------------------

Vol. de Cámara de Paso	13.00 m³
-------------------------------	----------------------------

Cumpliendo con el mínimo requerido las dimensiones del diseño serán las siguientes:

Tabla 110 *Dimensiones Camara de Paso*

Fuente: Elaborado por los autores

ANCHO	2.10 m
LARGO	4.10 m
ALTO	1.50 m

5.2. Camara de tratamiento

Los resultados de la cámara de tratamiento se describen posteriormente:

5.2.1. Diámetro de tuberías y equipo de bombeo

Mediante el caudal de llegada pudimos calcular la medida en diámetro de las tuberías, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 111 *Diámetro de tuberías y equipo de bombeo*

Fuente: Elaborado por los autores

Tramo	Longitud accesorios	Longitud. tuberías	Longitud Total	Q (m³/s)	C	Diámetro	Hf
AB	12.640 m	4.710 m	17.350 m	15.08	140	4 pulgadas	0.57m
BC	8.100 m	2.180 m	10.280 m	15.08	140	4 pulgadas	0.34m
CD	3.500 m	40.940 m	44.440 m	15.08	150	4 pulgadas	1.28m
Hf total							2.19 m

La pérdida de carga en la tubería de impulsión = **2.19 m.**

Altura dinamica total = 11.20 m.

De esta manera, la potencia hidraulica será:

Potencia hidráulica. 4.32 HP

Asimismo, cada electrobomba tendra de potencia en su motor o siguiente:

Potencia Electro bomba. 5.09 HP
--

5.2.2. Sistema de Filtros

Se obtuvo como resultado lo siguiente:

FILTRO MULTIMEDIA

Capacidad de cada filtro	16 gpm/pie2
--------------------------	-------------

Diámetro de filtro.	33 pulgadas
----------------------------	--------------------

FILTRO CARBON ACTIVADO

Capacidad de cada filtro	15 gpm/pie2
--------------------------	-------------

Diámetro de filtro.	32 pulgadas
----------------------------	--------------------

5.3. Sistema de distribución

Los resultados están involucrados con el diseño de volumen de almacenamiento, equipo de bombeo y diámetros de tuberías.

5.3.1. Diseño del volumen de cisterna de agua tratada

Se obtuvo el siguiente resultado luego de calcular el número de inodoros y la dotación diaria de la misma:

Volumen de Cisterna	25,122 Litros
----------------------------	----------------------

Volumen de Cisterna	26.00 m3
----------------------------	-----------------

Las dimensiones establecidas por el diseño serán:

Tabla 112 *Dimensiones de la Cisterna de Agua Tratada*
Fuente: Elaborado por los autores

ANCHO	3.00 m
LARGO	5.50 m
ALTO	1.60 m

5.3.2. Diámetro de tuberías y equipo de bombeo

Se obtuvo como resultado luego de utilizar el caudal de llegada se procedió a calcular el diámetro de las tuberías, así mismo se determinó H.D.T., finalmente el equipo de bombeo, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 113 *Diametro de tuberías y equipo de bombeo distribución*
Fuente: Elaborado por los autores

Tramo	L. accesorio (m)	L. tubería (m)	L. total (m)	UH	Q (m3/s)	C	D (pulg)	v (m/s)	Hf (m)
AB	16.930	4.160	21.090	780	6.44	140	3	1.41	0.58
BC	0.960	1.540	2.500		3.22	140	2 1/2	1.02	0.05
CD	6.370	1.540	7.910		3.22	140	2	1.59	0.44
DE	7.900	20.560	28.460		6.44	140	2 1/2	2.03	1.91
EF	1.600	4.780	6.380	780	6.44	150	3	1.41	0.15
FG	1.600	2.500	4.100	732	6.11	150	3	1.34	0.09
GH	1.350	2.540	3.890	672	5.89	150	2 1/2	1.86	0.19
HI	1.350	2.540	3.890	612	5.46	150	2 1/2	1.72	0.17
IJ	1.350	2.540	3.890	552	5.03	150	2 1/2	1.59	0.15
JK	1.350	2.540	3.890	492	4.65	150	2 1/2	1.47	0.13
KL	1.350	2.540	3.890	432	4.21	150	2 1/2	1.33	0.10
LM	1.100	2.580	3.680	372	3.64	150	2	1.80	0.22
MN	1.580	2.580	4.160	312	3.35	150	2	1.65	0.22
NÑ	1.100	2.580	3.680	252	2.85	150	2	1.41	0.14
ÑO	1.100	2.580	3.680	192	2.39	150	2	1.18	0.10
OP	0.890	2.640	3.530	132	1.92	150	1 1/2	1.69	0.27
PQ	0.600	1.200	1.800	72	1.38	150	1 1/4	1.74	0.18
QR	0.160	2.500	2.660	12	0.38	150	3/4	1.33	0.29
A'B'	16.120	1.200	17.320	12	0.38	150	1 1/4	0.48	0.16
B'C'	3.600	34.450	38.050	6	0.25	150	3/4	0.88	1.92
C'D'	6.080	4.180	10.260	3	0.12	150	1/2	0.95	0.96
								Hf Total (metros)	8.42

Perdida de carga en tubería de impulsión es de 8.42 m.

Altura dinámica será de 72.00 m. en total.

De esta manera, la potencia hidráulica será de 4.62 horsepower y la potencia del motor para cada una de las electrobombas será de 5.44 horsepower

5.4. Sistema de evacuación

Para obtener el resultado de este sistema involucro determinar el equipo de bombeo, de la misma manera determinar el diámetro de las tuberías y el volumen de desagüe.

5.4.1. Volumen de cámara de desagüe

Utilizando la dotación para cada día de agua potable y la distribución de agua grises en el proyecto multifamiliar se pasó a determinar el volumen de desagüe, así mismo que para el sumidero se utilizó el caudal de llegada y el período de retención. Finalmente se obtuvo 4.20 m³ de Volumen de cámara de desagüe.

De acuerdo al resultado se diseña la cámara con las siguientes medidas:

Tabla 114 *Dimensiones cámara de desagüe*
Fuente: Elaborado por los autores

Largo	1.7metros
Ancho	1.2metros
Altura útil	2.2metros

5.4.2. Diámetro de tuberías y equipo de bombeo

Se muestra los resultados de el diámetro de la tubería y el sistema de bombeo:

Tabla 115 *Diámetro de tuberías y equipo de bombeo - desague*
 Fuente: Elaborado por los autores

Recorrido	Longitud de Accesorios (metro)	Longitud de Tubería (metros)	Longitud Total (metros)	Q (m ³ /s)	c	Diámetro (pulgadas)	Hf (metros)
AB	12.640 metros	4.710	17.350	15.08	140	4	0.57
BC	8.100 metros	2.180	10.280	15.08	140	4	0.34
CD	3.500 metros	40.940	44.440	15.08	150	4	1.28
TOTAL Hf metros							2.19

En la línea de impulsión se tiene una pérdida de carga de 2.19 metros, así mismo tenemos un total de altura dinámica de 14 metros, entonces se llega a la conclusión que la potencia hidráulica es 4.33 horsepower.

Por lo tanto la potencia de la electrobomba será de 5.10 horsepower.

CAPÍTULO VI.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación de Antecedentes

6.1.1. Contrastación de antecedente internacional

Tabla 116 *Contrastación de antecedente internacional*
Fuente: Elaborado por los autores

ANTECEDENTE INTERNACIONAL	METODOS APLICADOS	RESULTADOS OBTENIDOS	OBSERVACIONES
DIAZ & OVIEDO (2016), en su investigación Diseño de un sistema de tratamiento y reutilización del agua de la lavadora aplicado a los hogares de Bogotá d.c.	mediante encuestas y facturas de gasto de agua potable	Obtuvieron un resultado de ahorro de 25.5 % en el consumo de Agua	Los resultados obtenidos en nuestra tesis mejora la cantidad de aprovechamiento hídrico comparado con el antecedente internacional de Díaz y Oviedo.
Balvin & Barrionuevo (2021),	Población: 475 personas de edificio de Miraflores de 13 pisos Muestra: 65 personas	Reutilización de aguas grises en un 30 %, para determinar el gasto se utilizó encuestas de gasto diario de agua potable y luego RNE IS 010	

6.1.2. Contrastación de antecedente nacional

Tabla 117 *Contrastación de antecedente nacional*
Fuente: Elaborado por los autores

ANTECEDENTE NACIONAL	METODOS APLICADOS	RESULTADOS OBTENIDOS	OBSERVACIONES
Pari(2018), en su investigación : Reutilización de aguas grises domesticas ante la insuficiencia de agua potable en edificios multifamiliares, Independencia, Lima.	Población: 20 socios Asentamiento Humano Villa Los Jardines Muestra: 57 socios	Reusó de aguas grises en un 25%, para determinar el gasto utilizo estadísticas de SUNASS 2017	Los resultados obtenidos en nuestra tesis mejoran la cantidad de aprovechamiento hídrico en comparación con el antecedente nacional propuesto, nuestra investigación se basó en el sistema de tratamiento para un edificio multifamiliar
Balvin & Barrionuevo (2021),	Población: 475 personas de edificio de Miraflores de 13 pisos Muestra: 65 personas	Agua grises reusadas en un 30 %, para determinar el gasto se utilizó encuestas de gasto diario de agua potable y luego RNE IS 010	

6.2 Contratación de Hipótesis

6.2.1. H. General

Contratación hipótesis: La hipótesis formulada es verdadera ya que se demuestra que **el diseño del sistema de tratamiento de aguas grises en edificios multifamiliares contribuye en el aprovechamiento hídrico en un edificio de 13 pisos, en el distrito de Miraflores, Provincia de Lima, Departamento de Lima**, se explica que contribuye con la reducción de 26.00 m³ del gasto diario de agua potabilizada, en consecuencia, se tiene un ahorro de caudal de agua de 780.00 m³ mensuales en el edificio multifamiliar.

6.2.2. H. Específica

Contratación hipótesis 1: La hipótesis específica 1 es veraz ya que se demuestra que al calcular los diámetros de cada tubería **contribuyen** en la recolección de aguas grises en el proyecto multifamiliar trasportándolas a los componentes de almacenamiento de pre reciclaje y determinar el volumen de almacenamiento de recolección facilita en recibir las aguas grises en la trampa de grasa y llevarlas a un pre reciclaje para posteriormente llevar el agua a la cámara de paso.

Contratación hipótesis 2: La hipótesis específica 2 es veraz ya que se demuestra que al hallar el equipo de bombeo y los diámetros de cada tubería a ayuda a movilizar las aguas grises pre recicladas que provienen de la cámara de paso a la red de filtros, el cálculo de sistema de filtros determina la capacidad de purificación de aguas grises del edificio multifamiliar, trasportándola a la cámara de agua tratada, de esta manera contribuyen en el diseño de la red de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico.

Contratación hipótesis 3: La hipótesis específica 3 es veraz ya que se demuestra que al diseñar la cisterna de agua tratada accede a almacenar las

aguas recicladas provenientes de la red de filtros, y el diseño del equipo de bombeo y los diámetros de tuberías nos ayuda a transportar las aguas tratadas originadas de la cisterna de agua tratada al sistema de distribución del proyecto multifamiliar, de esta manera contribuyen en el diseño de la red de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico.

Contrastación hipótesis 4: : La hipótesis específica 4 es veraz ya que se demuestra que al hallar el volumen de la cámara de desagüe ayuda a recibir las posibles fugas de agua de tuberías o exceso de agua grises, y hallar la máquina de bombeo y los diámetros de tuberías ayuda a quitar las aguas que sobran del sistema, de esta manera contribuyen en el diseño de la red de tratamiento de aguas grises para el aprovechamiento hídrico.

CONCLUSIONES

1. Se reduce 26.00 m³ de gasto agua potable por día en el distrito de Miraflores – Lima y una disminución de agua potable de 780 m³ mensuales, así mismo reduce el gasto de agua potable en un 31% el gasto de agua potable del edificio multifamiliar ubicado en el distrito de Miraflores.
2. Se concluye que **los diámetros de tuberías** para la red de recolección de aguas grises son de 2",3" y 4" para las montantes de piso 01 al piso 13, y diámetro de 6" para las montantes principales del sotano 01 a la habitación de maquinas; de la misma manera para las tuberías,colgadas,adosadas, enterradas y adosadas son de 2", 3" y 4" de diámetro según corresponde.
3. **La trampa de grasa** tiene un volumen de 52.00 m³ con 16 metros de altura útil asimismo la cámara de paso tiene un volumen de 13.00 con 1.50 metros de altura útil .
4. Los **diámetros de tubería de la cámara de tratamiento** varían de 2½" a 4", los filtros multimedia debe de tener 16 gpm/pie² de capacidad y el filtro de carbón debe de tener 15 gpm/pie² de capacidad, ambos filtros de un diámetro de 33" y 32" respectivamente sin embargo se considera de 35" de diámetro para ambos debido que esta medida es comercial ; así mismo su potencia de las **las electrobombas** es de 5.10 horsepower.
5. La **cisterna de agua tratada** tiene un volumen de 26.00 m³ con 1.60 metros de altura útil de y el diámetro de las líneas varia de ½" a 4"; de la misma manera se tiene 5.44 horsepower de potencia para las electrobombas.
6. La **cámara de desagüe** tiene un volumen de 4.20 m³ con 2.20 metros de altura útil y el diámetro de las líneas es de 4"; de la misma manera se tiene 5.10 horsepower de potencia para las electrobombas.

7. Se derivaron el sistema de agua y desagüe a fin de de proyectar los sistemas de distribución y sistema de de recolección según corresponde considerando las normas del RNE.

RECOMENDACIONES

1. Diseñar un sistema para abastecer los ambientes de lavamopas en sótanos para el lavado de vehículos de los propietarios.
2. La trampa de grasa la cual hemos proyectado y diseñado para este sistema requerirá una limpieza quincenal para mantener un óptimo funcionamiento y tratamiento.
3. Se recomienda estudiar la calidad del agua tratada para verificar si se puede alcanzar a potabilizarse.
4. El diseño del sistema de distribución y recolección puede emplearse en diferentes proyectos nuevos dependiendo de la estructura y arquitectura proyectada.
5. Replantear las instalaciones sanitarias del proyecto debido que la implementación de la red de tratamiento de aguas grises aliviará la demanda.
6. Se deberá concientizar a los residentes del multifamiliar para un buen uso de los aparatos sanitarios para recolectar el agua gris menos turbia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Allen, L. (2012). Manual: diseño para manejo de aguas grises para riego exterior. Recuperado de: <https://greywateraction.org/wp-content/uploads/2014/11/finalGWmanual-esp-5-29-15.pdf>

Acuatecnia, (2017). Manual: Aguas residuales, plantas de tratamiento y tratamiento de agua. Recuperado de: <https://acuatecnica.com/tratamiento-aguas-residuales-domesticas-2/>

Alejandra, T. (2010). Manual: Tratamiento de aguas residuales. Primera Edición. Recuperado de: https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf

Asenjo, C. (2021). Boletín de Aguas grises. Recuperado de: https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf

Aqua España (28 de setiembre de 2018). Aguas grises: Origen, composición y tecnologías para su reciclaje. Recuperado de: <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/aguas-grises-origencomposicion-y-tecnologias-para-su-reciclaje>

Aqua España (26 de julio de 2019). Usos y beneficios de las aguas pluviales. Recuperado de: <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/usos-ybeneficios-de-las-aguas-pluviales>

Arce, L. (2013). Urbanizaciones sostenibles: descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales (tesis de pregrado).

Recuperado de

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4568>

Burgos, L. & Forero, L. (2015). Propuesta técnica para el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para el municipio de Restrepo, meta (tesis para optar el título de ingeniero civil). Recuperado de: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/12346/1/2015_propuesta_tecnica_dise%C3%B1o_.pdf

Cantoral, R. (2015). Tratamiento de aguas residuales grises domesticas con la especie paragüitas cyperus alternifolius en humedales artificiales, urbanización zarate, San Juan de Lurigancho (tesis para optar el título de ingeniero ambiental). Recuperado de: <https://docplayer.es/44914933-Facultad-de-ingenieria.html>

Medina, R.(2015). Propuesta de un sistema de tratamiento de las aguas residuales de la hilandería la inmaculada S.A.C. para su reutilización(tesis para optar titulo de ingeniero industrial). Recuperado de http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/504/TL_Medina_Rivera_PercyDaniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Merino, M.(2017). Definición de agua potable. Recuperado de <https://definicion.de/agua-potable/>

El incierto futuro de la reutilización del agua residual depurada [en línea]. lagua.es. 13 de marzo de 2017. [fecha de consulta: 26 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.lagua.es/blogs/mariano-soto-garcia/nueva-normativa-europea-puede-hacerinviable-reutilizacion-0>

FONAM, 2010. Definición de planta de tratamiento y tipos de tratamientos existente en el Perú. Recuperado de http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/0605A78F2E41896205257DC800592EF0/%24FILE/Oportunidades_Mejoras_Ambientales.pdf

Guillermo, W.(2020).Definición de calidad de vida. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/calidad-de-vida.html#referencia>

Huamani, R. (2017). Evaluación de recirculación de agua gris a nivel domiciliario para abastecimiento de descarga de inodoros en una construcción a escala real, ubicada en la ciudad de Juliaca (tesis para optar título de ingeniero civil). Recuperado de:

https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1150/Elida_Tesis_Licenciatura_2018.pdf?sequence=6&isAllowed=y

INEI. (2017). Registro de saneamiento en el Perú. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_y_saneamiento.pdf

Lander, R. (2020). Tratamiento de aguas, Boletín de iagua. Recuperado de: <https://www.iagua.es/blogs/lander-rodriquez-jorge/proceso-tratamiento-aguas-residuales-y-eliminacion-contaminantes>

Martínez, C. & Rodríguez, E. (2016). Estudio de las aguas grises domesticas en tres niveles socioeconómicos de la ciudad de Bogotá (tesis para optar el título de ingeniero civil).

Recupera de: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/11139>

Medina, P. (2015). Propuesta de un sistema de tratamiento de las aguas residuales de la hilandería la immaculada S.A.C. para su reutilización (tesis para optar el título de ingeniero industrial).

Recuperado de:
http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/504/TL_Medina_Rivera_PercyDaniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Municipalidad de Miraflores, 2020. Huella hídrica de lima metropolitana. Recuperado de: <https://www.miraflores.gob.pe/alcalde-de-miraflores-luis-molina-formula-llamado-publico-para-que-las-areas-verdes-de-la-capital-sean-regadas-con-aguas-residuales-tratadas/>

Paredes, J. (2013). Definición del Agua, estudio realizado en la Universidad san Martín de Porres. Revista Día Mundial del Agua. Recuperado de <https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>

Ramón, R. (2010). Planta de tratamiento de aguas residuales, San Juan de Miraflores. Estudio realizado en la Universidad de Piura. (tesis para optar Maestría en gestión y Auditorías ambientales) Recuperado de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1478/MAS_GAA_010.pdf

RNE-IS010. Instalaciones sanitarias para edificaciones. Recuperado de: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

RNE-IS020. Tanque sépticos. Recuperado de: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

RPP, 2017. Lista de los distritos de lima que más agua potable consume al día. Recuperado de: <https://rpp.pe/lima/actualidad/la-lista-de-los-districtos-de-lima-que-mas-agua-potable-consumen-al-dia-noticia-1027924>

SEDAPAL. Alternativas de solución por el cumplimiento de DS021-2009-Vivienda Recuperado de: http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=735e9934-790b-4c1a-b1d2-9d28d5bf5848&groupId=10154

SEDAPAL, 2017. Consumo de agua potable por distritos 2017. Recuperado de: <https://cutt.ly/qdBmV7g>

Torres, J. & Serrano, J. (2006). Rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de la planta de sacrificio de bovinos y porcinos del municipio de Lebrija – Santander (tesis para optar el título de ingeniero ambiental).

Recuperado por: <https://docplayer.es/20494936-Rediseno-del-sistema-de-tratamiento-de-aguas-residuales-de-la-planta-de-sacrificio-de-bovinos-y-porcinos-del-municipio-de-lebrija-santander.html>