



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS
GRISES Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES PARA
UN PROYECTO URBANÍSTICO DE 12 HECTÁREAS UBICADO
EN EL DISTRITO DE PIMENTEL – CHICLAYO – LAMBAYEQUE**

PRESENTADA POR

**EDWARD ANTONIO CHAVEZ APARICIO
CHRISTIAN JOEL MAYHUA BENAVIDES**

ASESOR

JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2019



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

La autora sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

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



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS
GRISES Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES
PARA UN PROYECTO URBANÍSTICO DE 12 HECTÁREAS
UBICADO EN EL DISTRITO DE PIMENTEL – CHICLAYO –
LAMBAYEQUE**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

**CHAVEZ APARICIO, EDWARD ANTONIO
MAYHUA BENAVIDES, CHRISTIAN JOEL**

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico a mis padres, Edward y Julia, porque este logro ha sido posible gracias a su apoyo permanente e incondicional.

A mi abuelo Joel, quien es el tronco de mi familia, y a mi abuela Rosa que me sonríe desde el cielo.

A mi hermana Antoinette, que siempre celebra todos mis logros.

A mi novia y compañera Claudia, que en todo este camino me motivó y entusiasm  a seguir adelante para alcanzar el éxito.

Edward Chávez

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico a mi familia.

Christian Mayhua

AGRADECIMIENTOS

A nuestros docentes: Ing. J. Oblitas e Ing. E. Villar, por su guía.

Al Ing. Fernando Paz, por su importante asesoría.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Situación problemática	1
1.2 Definición del problema	3
1.3 Formulación del problema	5
1.4 Objetivo general y específicos	6
1.5 Importancia de la investigación	7
1.6 Viabilidad de la investigación o presupuesto	8
1.7 Alcances y limitaciones	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes de la investigación	9
2.2 Bases teóricas	21
2.3 Definición de términos básicos	41
2.4 Hipótesis	47
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	48
3.1 Tipo de la investigación	48
3.2 Nivel de la investigación	48
3.3 Diseño de la investigación	49
3.4 Variables	49
3.5 Caso de la investigación	50
3.6 Técnicas de investigación	52
3.7 Instrumentos de recolección de datos	52
3.8 Procesamiento de datos	53

CAPÍTULO IV. DESARROLLO	54
4.1 Análisis del lugar	54
4.1.1 Aspectos de diseño	54
4.1.2 Criterios de diseño	55
4.1.3 Características de la vivienda tipo	57
4.2 Diseño del sistema	59
4.2.1 Volumen de agua gris	59
4.2.2 Sistema de reutilización de aguas grises	60
4.2.3 Sistema de aprovechamiento de aguas pluviales	64
4.2.4 Desarrollo de la planta de tratamiento	65
4.2.4.1 Planta para tratamiento de aguas grises y aguas pluviales	65
4.2.4.2 Características de la planta de tratamiento	66
4.2.4.3 Diseño de la planta de tratamiento	73
4.2.4.4 Diseño del tanque elevado	78
CAPÍTULO V. RESULTADOS	81
5.1 Análisis e interpretación de la investigación	81
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN	84
6.1 Contraste con las hipótesis	84
6.1.1 Hipótesis general	84
6.1.2 Hipótesis específicas	84
6.2 Contraste con los antecedentes	86
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	90
FUENTES DE INFORMACIÓN	92
ANEXOS	98

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Análisis de Necesidad Rancho Tecate vs. Villa del Campo	19
Tabla 1. Operacionalización de variables	50
Tabla 2. Datos de población	55
Tabla 3. Número de habitantes	55
Tabla 4. Dotación para habilitación urbana	55
Tabla 5. Factibilidad de servicio	56
Tabla 6. Dotación total	56
Tabla 7. Caudales medio, máximo y de descarga	56
Tabla 8. Unidades de descarga	59
Tabla 9. Datos de la cuenca hidrográfica	64
Tabla 10. Cargas contaminantes por persona y día	66
Tabla 11. Bases de partidas – Parámetros de diseño	67
Tabla 12. Características del desbaste	68
Tabla 13. Cálculo del desarenador	69
Tabla 14. Cálculo para cámara de coagulación – floculación	70
Tabla 15. Dimensionamiento de la Arqueta	70
Tabla 16. Cálculo para cámara de filtración de arena a presión	71
Tabla 17. Bombeo principal	73
Tabla 18. Cálculo del reservorio	73
Tabla 19. Cálculo del volumen de almacenamiento	78
Tabla 20. Dimensionamiento del tanque elevado	78
Tabla 21. Condiciones de diseño para el tanque elevado	79
Tabla 22. Dotación de gasto de aparatos sanitarios	81
Tabla 23. Caudal máximo de lluvia	82

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. El agua en el Perú	2
Figura 2. El agua en el Perú: 159 cuencas	2
Figura 3. Consejos para el cuidado del agua	4
Figura 4. Parámetros de calidad microbiológica recomendados para la reutilización de aguas en la Agricultura	10
Figura 5. Red pública dentro de la vivienda	11
Figura 6. Red pública fuera de la vivienda	11
Figura 7. Consumo de agua por persona	11
Figura 8. Consumo de aguas en actividades domésticas	11
Figura 9. Producción mínima, media y máxima de agua gris por habitante	12
Figura 10. Volumen mínimo, media y máxima de agua gris en el edificio.	12
Figura 11. Variación en la producción de aguas grises por habitante	13
Figura 12. Esquema de tanque de presedimentación	14
Figura 13. Esquema del tanque de filtro lento	14
Figura 14. Esquema de sistema de tratamiento de aguas grises	15
Figura 15. Esquema de recolección de agua gris y recolección	16
Figura 16. Instalación para tratamiento de aguas grises	17
Figura 17. Esquema de un sistema de recogida y tratamiento de aguas pluviales	18
Figura 18. Razones para adoptar un sistema de tratamiento de aguas grises	18
Figura 20. Esquema de la planta de tratamiento propuesta por Gustavo Fernando	20
Figura 21. Sistema de tratamiento y reutilización del agua de una lavadora	21
Figura 22. Estructura molecular del agua	22
Figura 23. Estados físicos del agua	23
Figura 24. Ciclo hidrológico del agua	24
Figura 25. Niño bañándose con agua de un grifo	25
Figura 26. El agua en el mundo	28
Figura 27. Distribución de las PTAR en Lima	31
Figura 28. Cámara de captación de agua de río	32
Figura 29. Captación de agua fluvial	32
Figura 30. Ingreso al Canal de Parshall	33
Figura 31. Vista de Canal Parshall	33

Figura 32. Serpentín de Trampa de grasa	34
Figura 33. Vista de cerca de serpentín	34
Figura 34. Ingreso a cámara de floculación	35
Figura 35. Vista de pozo de limpieza	35
Figura 36. Vista de cámara de floculación	36
Figura 37. Vista cámara de filtración	36
Figura 38. Ingreso a cuarto de máquinas	37
Figura 39. Tubería de filtración	37
Figura 40. Costales de sulfato ferroso	38
Figura 41. Balón de cloro	38
Figura 42. Tanque de almacenamiento	39
Figura 43. Vista de planta de tratamiento de Chacrasana	39
Figura 44. Foto de bachiller Christian Mayhua con operario de la planta	40
Figura 45. Foto de bachiller Edward Chávez con operario de la planta	40
Figura 46. Aguas grises	42
Figura 47. Capacidad de captación y necesidad de aguas grises	42
Figura 48. Aguas pluviales	43
Figura 49. Esquema de reúso de aguas grises	45
Figura 50. Vista satelital del distrito de Pimentel	51
Figura 51. Vista satelital del proyecto urbanístico de 12 hectáreas	52
Figura 52. Población de diseño	55
Figura 53. Distribución de áreas de vivienda tipo	58
Figura 54. Esquema de red de agua en la vivienda	61
Figura 55. Corte A-A de red de agua	62
Figura 56. Vista en planta de red de desagüe	63
Figura 57. Corte B-B de la red de desagüe	64
Figura 58. Sección de sumideros	65
Figura 59. Caudal promedio	66
Figura 60. Demanda química de oxígeno	66
Figura 61. Demanda biológica de oxígeno	67
Figura 62. Sólidos secos	67
Figura 63. Dimensiones del canal de Parshall	68
Figura 64. Radio hidráulico para canal rectangular	68
Figura 65. Cálculo del volumen del desarenador 1	69
Figura 66. Cálculo del volumen del desarenador 2	69
Figura 67. Cálculo del suministro de aire necesario	69
Figura 68. Diámetro mínimo	73
Figura 69. Vista en planta de Cámara de Captación	74
Figura 70. Vista en planta de Cámara de Desbaste y Canal de Parshall	74
Figura 71. Vista en planta del desarenador	75
Figura 72. Vista en planta de Cámara de Decanto – Coagulante – Floculación	76
Figura 73. Vista en planta de la cámara de filtración	77
Figura 74. Vista en planta de la cisterna de almacenamiento	77
Figura 75. Vista en planta del tanque elevado	80

Figura 76. Vista en planta de salida de agua del tanque

80

Figura 77. Vista de planta de la PTAR

83

RESUMEN

El trabajo de investigación denominado *Diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimental – Chiclayo – Lambayeque* tuvo como objetivo principal demostrar la influencia del sistema en la reducción del gasto indiscriminado de agua potable en las viviendas de toda una urbanización. Se tomó como caso un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimental – Chiclayo – Lambayeque. Se estudiaron los volúmenes de agua gris obtenidos, producto de la actividad doméstica, y de aguas pluviales, como consecuencia de las precipitaciones en la zona, que al procesarse en una planta de tratamiento permite identificar los usos potenciales del agua reciclada en el riego de áreas verdes, lavado de pisos y descarga del inodoro.

Para demostrar técnicamente la reducción del gasto de agua potable, se realizaron cálculos de la demanda diaria de agua potable frente al uso de la misma, en actividades donde no requiere tal calidad de agua, para ello se realizan mediciones aproximadas, y tomando en consideración teorías de investigaciones predecesoras. El resultado de la investigación permite elaborar una propuesta para reducir en 39 % el gasto de agua potable en las viviendas.

Palabras claves: reutilización de agua gris, aprovechamiento de agua pluvial, ahorro de agua potable

ABSTRACT

The research work called Design of a gray water reuse system and rainwater use for a 12-hectare urban project located in the district of Pimental - Chiclayo - Lambayeque had as main objective to demonstrate the influence of the system in reducing spending indiscriminate drinking water in homes throughout an urbanization. A 12-hectare urban development project located in the district of Pimentel - Chiclayo - Lambayeque was taken as a case. The volumes of gray water obtained, product of domestic activity, and rainwater were studied, as a result of rainfall in the area, which when processed in a treatment plant allows identifying the potential uses of recycled water in irrigation of green areas, floor washing and toilet discharge.

In order to demonstrate technically the reduction of the consumption of drinking water, calculations of the daily demand of drinking water were made against the use of it in activities where it does not require such water quality, with approximate measurements, and taking into account theories of predecessor investigations. The investigations' result enable the preparation of a proposal to reduce in 39% the cost of drinking water in homes.

Keywords: gray water reuse, rainwater use, drinking water savings.

INTRODUCCIÓN

La reutilización de las aguas grises o el aprovechamiento de las aguas pluviales son una técnica que viene cobrando fuerza en países de Europa y algunos de Latinoamérica, la cual permite una reducción significativa del gasto de agua potable. En el Perú, específicamente en Lima Metropolitana, existen algunos edificios de oficinas y multifamiliares con un sistema de reciclado de aguas grises, pero aún no ha sido utilizado a una mayor escala pudiendo beneficiar a más personas en diferentes regiones que sufren de escasez de agua potable.

En el caso de Lambayeque, el Gobierno Regional no exige ni promueve el uso de un sistema de reutilización de aguas residuales en los proyectos de vivienda o habilitaciones urbanas progresivas. Es por esta razón que se decide realizar la presente investigación, en la cual se escoge el distrito de Pimentel que pertenece a la provincia de Chiclayo.

El objetivo del estudio es determinar la influencia que tiene el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo - Lambayeque en la reducción del gasto indiscriminado de agua potable en las viviendas.

Los objetivos específicos son determinar el volumen de agua gris y agua pluvial que se dispone para la elaboración del diseño, así como el volumen de agua potable que se ahorra; además conocer los usos potenciales que se le da al agua al reutilizarla, y saber cómo es el diseño de la planta de tratamiento.

La tesis abarca seis (06) capítulos. En el capítulo I, se desarrolla el planteamiento del problema, la situación problemática, la definición del problema, la formulación del problema, el objetivo general y los específicos, la importancia de la investigación y la viabilidad de la investigación. En el capítulo II, se presenta el marco teórico, los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, definición de términos básicos y la hipótesis general y las específicas. La metodología se desarrolla en el capítulo III, allí se explicita el diseño de la investigación, la muestra, los instrumentos utilizados y el procesamiento de los datos. En el capítulo IV, se desarrolla los cálculos necesarios para el diseño del sistema de reutilización de aguas grises y el aprovechamiento de aguas pluviales con la planta de tratamiento para el caso de estudio descrito en el proceso. En el capítulo V, se presentan los resultados que se obtiene producto de los datos obtenidos en la realización del capítulo anterior, y acorde a los objetivos. Finalmente, en el capítulo VI, se discute sobre los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, a partir de contrastar la hipótesis.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

El agua es el recurso natural más utilizado por el ser humano en el mundo entero. (Fernandez, 2012). Esta situación se ve reflejada en su ciclo de vida con los diversos usos que se le da al recurso hídrico para la agricultura, ganadería, industria, energía. También es utilizada para el consumo humano, ya que el agua es fuente principal para la vida.

El agua en el Perú se origina de 3 vertientes hidrográficas: vertiente del Pacífico (62 cuencas hidrográficas), vertiente del Atlántico (84 cuencas) y vertiente del Titicaca 13 cuencas. Como se muestra en la Figura 1. (Autoridad Nacional del Agua, s.f.).

El crecimiento y aglomeración de las urbes y las actividades productoras en las 3 vertientes originan un contexto donde la necesidad de agua es mayor a la capacidad para abastecerla. (ANA, s.f.).

El Perú también tiene dentro de sus problemas más álgidos la calidad del agua. Esto se debe, según informa el ANA (s.f.), a que existe una descarga al año de 960.5 m³ millones de desagüe sobre las aguas marinas, las aguas subterráneas y aguas superficiales, de los cuales tan solo el 64 % proviene de los desagües de las viviendas, el 25.4 % de efluentes de la minería, el 5.6 % de los desagües de la industria, 4.4 % de los desagües del sector pesquero y el 0.2 % de los efluentes petroleros.

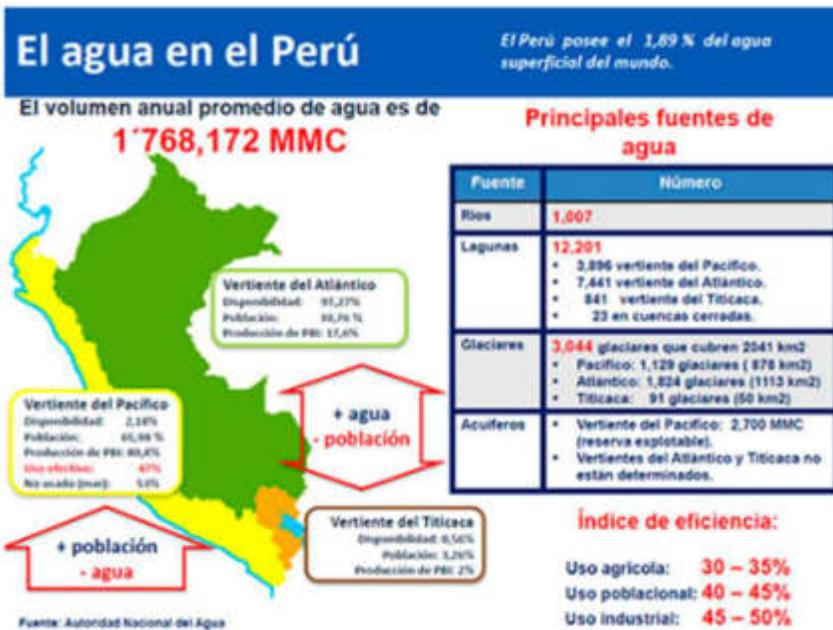


Figura 1. El agua en el Perú
Fuente: ANA (s.f.)



Figura 2. El agua en el Perú: 159 cuencas
Fuente: ANA (s.f.)

Como consecuencia de la actividad industrial son arrojadas sustancias tóxicas a los ríos y quebradas; además, los relaves, producto de la

minería, van directo a los ríos y liberan minerales como el plomo, plata, cobre, entre otros. (ANA, s.f).

Según el Plan Nacional de Acción Ambiental – Perú 2011 – 2021, deben ejecutarse planes para brindar total cobertura para la reutilización y el tratamiento de las aguas residuales en la zona urbana hasta acrecentar la cobertura en la zona rural, garantizar el cuidado de los cuerpos de agua, mejor gestión de las cuencas, considerando la sostenibilidad. (ANA, s.f.).

1.2 Definición del problema

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que una persona debe utilizar como máximo hasta 100 litros de agua al día, tanto para su consumo como en actividades domésticas. (UNICEF & OMS, 2019). En la Figura 3 se podrá ver las recomendaciones hechas por Sedapal para el cuidado del agua.

El Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (Sedapal) revela que en el Perú una persona consume hasta 163 L/día. Y, en algunos casos, la cifra llega a 250 L/día, lo que significa que es dos veces más de lo que se recomienda. Por otro lado, se debe tener en cuenta otras formas por las cuales también se da un consumo de agua. Por ejemplo, el goteo del caño desperdicia desde 80 hasta 600 L/día; a fin de mes significa un consumo desde 4 hasta S/. 70 de más en el recibo de agua. (Sedapal, 2019). En inodoro y lavamanos es donde se desperdicia demasiada agua potable. El goteo en el tanque del inodoro genera una pérdida de más de 5000 L/día, que origina un recargo de S/. 800 en el recibo. De igual modo, al utilizar la ducha por 15 minutos se consume 60 litros, si se lava un auto se consume más 0.5 metros cúbicos de agua.



Figura 3. Consejos para el cuidado del agua
Fuente: Sedapal (2019)

Los consejos dados por Sedapal, plasmados en la Figura 3, resultan relevantes para el cuidado del recurso hídrico, ya que, muchas veces, en las viviendas se desperdicia el agua potable por malos hábitos. Por lo que es necesario adoptar medidas responsables sobre el uso del agua potable, a fin de evitar el derroche del recurso hídrico; puesto que, no se puede soslayar que la costa peruana está ubicada sobre un desierto, con lo que es propensa a sufrir de escasez de agua.

En efecto, cabe señalar que casi del 30% del agua que ingresa a las viviendas sale por las tuberías de los inodoros. Además, el 100 % del agua que ingresa a las casas, bien puede servir para el consumo humano o termina como aguas negras y sin ninguna acción de reciclado, porque hoy en día tanto las aguas grises como las aguas negras se evacúan en conjunto.

Las compañías suministran el 100 % de agua potable, pero solo el 55 % se destina para usos donde es obligatorio contar con el agua potabilizada,

lo restante (45 %) son usos donde tal calidad de agua no es estrictamente requerida. (Bermejo, 2012).

Para poder definir de manera apropiada el problema de la investigación, se realizaron encuestas a siete ingenieros expertos en la materia de agua y saneamiento, como se observa en el Anexo 16. Asimismo, con los resultados de las encuestas, se elaboró un diagrama de Ishikawa o de Causa – Efecto, como se observa en el Anexo 17.

En consecuencia, esta investigación propone el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque; el cual busca desarrollar una técnica para reducir el gasto indiscriminado de agua potable y así optimizar los usos potenciales del agua tratada.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿De qué manera un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales influye en la reducción del gasto de agua potable en un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel - Chiclayo - Lambayeque?

1.3.2 Problemas específicos

1. ¿Qué volumen de aguas grises se dispone para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque para diseñar la red de agua gris?
2. ¿Qué volumen de aguas pluviales se dispone para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque para diseñar el drenaje pluvial?
3. ¿Qué volumen de agua potable se calcula para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque para generar un ahorro de agua?

4. ¿Cómo diseñar una Planta de Tratamiento para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque para desarrollar la red de distribución?

1.4 Objetivo general y específicos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para la reducción del gasto de agua potable para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar el volumen de aguas grises para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque con la finalidad de diseñar la red de agua gris.
2. Determinar el volumen de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque con la finalidad de diseñar el drenaje pluvial.
3. Determinar el volumen de agua potable para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque con la finalidad de calcular el ahorro de agua.
4. Diseñar una Planta de Tratamiento para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque con la finalidad de desarrollar la red de distribución.

1.5 Importancia de la investigación

En pleno siglo XXI, el departamento de Lambayeque no cuenta con agua potable las 24 h/día (EPSEL citado por Diario Correo, 2017). En este contexto surge el requerimiento de crear formas técnicamente viables, económicamente accesibles y sostenibles en el tiempo.

El presente estudio se convierte en una alternativa de solución a la demanda de agua en las viviendas. Pues bien, actualmente, en la provincia de Chiclayo, que es la segunda zona con el mayor promedio del servicio de agua potable, no se garantiza el suministro continuo por medio de la red.

En investigaciones previas como Bermejo (2012), Soto (2012) y Rojas (2014) se ha demostrado que la utilización de agua gris y agua pluvial debidamente tratada es una opción viable técnicamente. Así, en el mercado actual se cuenta con la tecnología necesaria para considerar que esta alternativa es viable económicamente.

En el periodo de investigación se encontró varios proyectos de edificios multifamiliares y de oficinas que tienen implementado este sistema. Sin embargo, no se ha diseñado a mayor escala como, por ejemplo, en toda una urbanización.

a) Impacto teórico

El presente estudio genera un impacto positivo para la generación de nuevos conocimientos en el tema de agua y saneamiento. Ayuda a incrementar las fuentes de información para futuros ingenieros civiles o todo interesado en el tema. Es una opción viable para cuidar el agua potable, un recurso cada vez más escaso.

b) Impacto práctico

El presente estudio genera un impacto práctico positivo, puesto que se desarrollan criterios de diseño que pueden ser utilizados para la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises y pluviales en proyectos de ingeniería a mayores escalas como en urbanizaciones de viviendas completas.

1.6 Viabilidad de la investigación o presupuesto

Se han recopilado expedientes técnicos en materia de reutilización de agua gris y aprovechamiento de agua pluvial de proyectos realizados en Lima Metropolitana.

Se realizó visitas de campo a una planta de tratamiento en el distrito de Chosica para observar su funcionamiento y recolectar datos.

Se tomaron los registros del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) en cuanto a mediciones de agua pluvial y en el caso de las aguas grises se calcularon los datos de las unidades de descarga de los aparatos sanitarios.

El diseño presentado es una propuesta a un proyecto urbanístico de 12 hectáreas; se realizan comentarios para su posible implementación en diferentes proyectos de vivienda en el país.

1.7 Alcances y limitaciones

Los criterios en el diseño de reutilización de aguas residuales fueron obtenidos de investigaciones similares encontradas a nivel nacional e internacional.

Para el diseño de la planta de tratamiento se tomó como referencia (*in situ*) un proyecto similar ya implementado en la zona de Chacrasana, distrito Lurigancho-Chosica, provincia Lima.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

El antecedente más relevante de la presente investigación es el Reglamento Nacional de Edificaciones: II.3. Obras de Saneamiento y III.3. Instalaciones Sanitarias. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006). En esta normativa técnica se establecen todas las especificaciones técnicas a tomar en cuenta.

Del mismo modo, la presente investigación tiene como predecesoras las siguientes tesis presentadas a continuación:

En el ámbito nacional se presentan 4 investigaciones:

1. Arce (2013) plantea alternativas de solución para los sistemas de agua saneamiento a nivel nacional, tomando experiencias internacionales. En esta investigación, Arce expone que parte de la escasez que afecta a Lima se debe al mal uso de la misma, convirtiéndose en un motivo más para no poder llevar agua a todos los ciudadanos. Propone la reutilización de aguas negras tratadas en el riego de parques para tener mejor calidad de vida y reducir el impacto ambiental. El autor advierte que la reutilización de las aguas residuales representa un problema porque no existe sistema que defina la reutilización en riego de áreas verdes. Por ese motivo, se adoptan estándares de la OMS, en la categoría A. Sugiere tener mucho cuidado con las aguas tratadas que sirven para consumo humano. Recomienda un tratamiento hasta niveles de coliformes fecales ≤ 1000 por 100 ml. (Ver Figura 4).

Parámetros de Calidad Microbiológica Recomendados para la Reutilización de Aguas Residuales en la Agricultura					
Categoría	Reutilización aplicada	Grupos expuestos	Nematodos Intestinales (media aritmética número de huevos por litro)	Coliformes Fecales (media geométrica del número de coliformes por cada 100 ml)	Tratamiento de aguas residuales para llegar a la calidad microbiológica requerida
A	Riego de cultivos de productos que se consumen sin cocinar, de campos de deporte y de parques públicos	Trabajadores, consumidores y público	≤ 1	≤ 1000	Una serie de lagunas de estabilización para conseguir la calidad microbiológica indicada o tratamiento equivalente)
B	Riego de cultivos de cereales y especies industriales, forrajes, pastos y árboles.	Trabajadores	≤ 1	Sin estándares recomendables	Retención en lagunas de estabilización durante 8-10 días o eliminación equivalente de helmintos y coliformes fecales.
C	Riego localizado de cultivos de la categoría B cuando no haya exposición de público y trabajadores	Ninguno	No aplicable	No aplicable	Pretratamiento dependiendo del sistema de riego

Figura 4. Parámetros de calidad microbiológica recomendados para la reutilización de aguas en la Agricultura

Fuente: Adaptado por León (1995) En Arce (2013)

2. Rojas (2014) describe que la reutilización de aguas debe plantearse principalmente como fuente que sustituye a los recursos de otro origen que implican mayor impacto en el ambiente o con mayores costos. Con la finalidad de convertir a las aguas grises en un recurso doméstico de importante valor. Rojas explica en su investigación que existe una clara relación entre el reúso de aguas grises con el consumo de agua potable. Así mismo, especifica que las aguas grises, producto de la ducha, pueden alcanzar hasta 40 % del consumo de agua en una vivienda. Además, que bajo un tratamiento correcto puede reutilizarse en el sanitario, riego de jardines, lavado de vehículos o ropa, y que no necesitan estar potabilizadas para efectuar este servicio. El autor también indica que para una sola vivienda el costo de implementación de un sistema de reciclado de aguas

puede resultar elevado, pero si se lleva a una mayor escala y en zonas donde el recurso es escaso y costoso, el ahorro es significativo en el consumo. En su estudio, incluye algunos indicadores, mostrados en tablas:

Área de residencia y tipo de vivienda	Red pública dentro de la vivienda (agua potable)
Casa Independiente	70175
Urbana	64430
Departamento en edificio	3201
Urbana	3201

Figura 5. Red pública dentro de la vivienda
Fuente: Rojas (2014)

Área de residencia y tipo de vivienda	Red pública fuera de la vivienda (agua potable)
Casa Independiente	7823
Urbana	6844
Departamento en edificio	459
Urbana	459

Figura 6. Red pública fuera de la vivienda
Fuente: Rojas (2014)

Aparatos sanitarios y/o Actividad	litros	Porcentaje %
Inodoro	60	33.33
lavadero	20	11.11
Limpieza del Hogar y cocina	20	11.11
Bañera, ducha	80	44.44
Total	180	100

Figura 7. Consumo de agua por persona
Fuente: Rojas (2014)

	Consumo habitual	Consumo eficiente
Ducha de 10 minutos	100 a 200 litros	80 litros
Grifo goteando (en un día)	100 a 120 litros	0 litros
Afeitarse con el agua sin parar	80 litros	2 litros
Descarga del retrete	20 a 25 litros	10 litros
Cepillarse los dientes con el agua sin parar	7 litros	2 litros

Figura 8. Consumo de aguas en actividades domésticas
Fuente: Rojas (2014)

3. Loza (2017) presenta la tesis cuya propuesta es la implementación de un sistema que reutiliza las aguas grises en un edificio, como el agua de la ducha, lavadoras, lavamanos, y estas abastezcan los tanques de los inodoros, riego de jardines, limpieza en general; debidamente tratada que estará ubicada en el sótano de la edificación. En este trabajo de investigación muestra el diseño para un edificio multifamiliar, calculando el volumen de agua gris, tal como lo expone:

DATOS DEL EDIFICIO	DATOS DEL ESTUDIO		
Cantidad de habitantes	Producción mínima de aguas grises	Producción media de aguas grises	Producción máxima de aguas grises
240 habitantes	53.43 l/hab/día	63.43 l/hab/día	91.35 l/hab/día

Figura 9. Producción mínima, media y máxima de agua gris por habitante
Fuente: Loza (2017)

DOTACIÓN		
Total de aguas grises producido en el edificio		
Minima	Media	Máxima
12,823.2 l/d	15,223.2 l/d	21,924 l/d
12,82 m ³ /d	15,22 m ³ /d	21,92 m ³ /d
0.15 l/s	0.18 l/s	0.25 l/s

Figura 10. Volumen mínimo, media y máxima de agua gris en el edificio.
Fuente: Loza (2017)

Además, se sugiere que el funcionamiento del sistema de reciclado de agua se realice bajo balances para su regulación. La siguiente gráfica es para una vivienda evaluada en esta tesis:

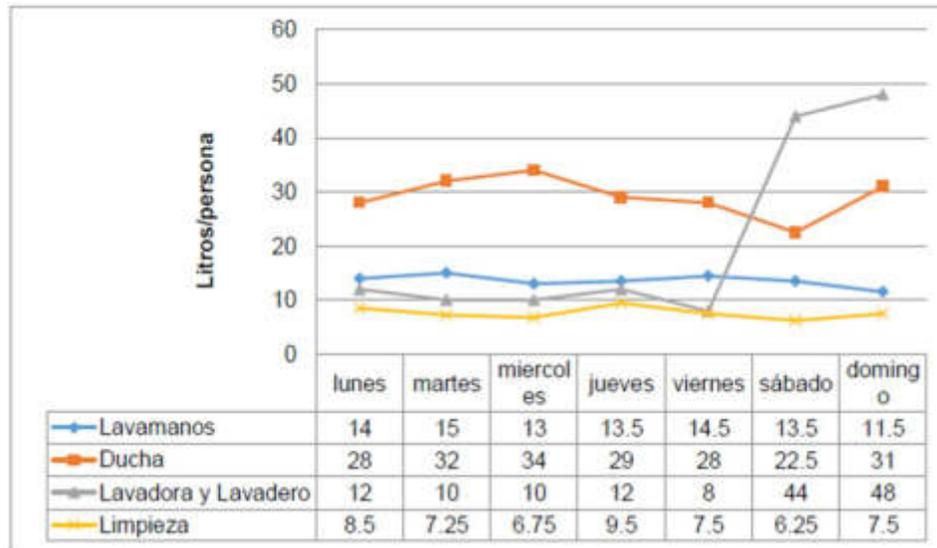


Figura 11. Variación en la producción de aguas grises por habitante
Fuente: Loza (2017)

4. Madueño, Meza & Rashta (2017) presentaron un artículo científico, el cual implementó una alternativa de reciclado de aguas grises que resultan del lavado de manos de los estudiantes de un colegio de la capital, bajo un sistema de filtro lento de arena. Este artículo científico describe el proyecto de reutilización de las aguas grises de los lavamanos afuera de los servicios higiénicos mediante un sistema de filtración y distribución, el cual se compone de: captación, línea de conductora, tanque de presedimentación, impulsión, filtro lento de arena, tanque de almacenamiento y sistema de riego por goteo.

En cuanto al presedimentador, constituye la primera unidad de tratamiento, el cual almacena y sedimenta las aguas grises.

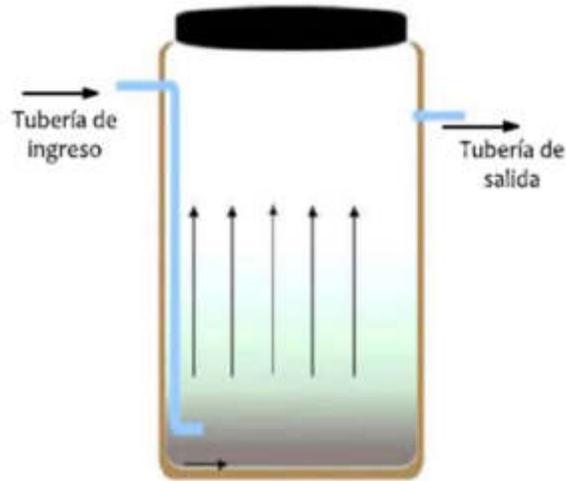


Figura 12. Esquema de tanque de presedimentación
Fuente: Madueño, Meza & Rashta (2017)

Se tiene un tanque de filtro lento, donde se utilizan mecanismos físicos y biológicos para el tratamiento. El filtro se conforma por tres estratos: arena fina, arena gruesa y zona de soporte.

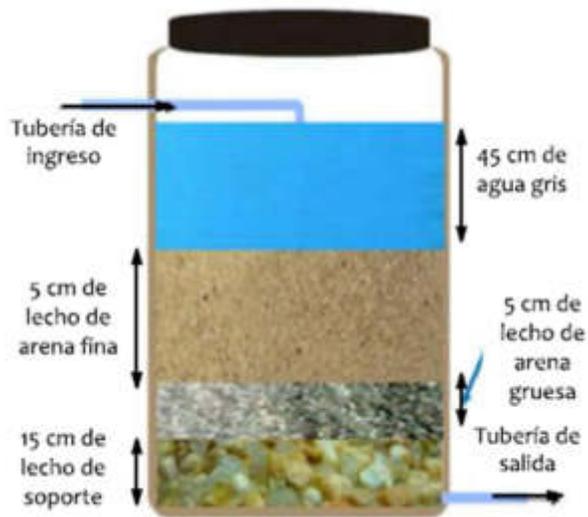


Figura 13. Esquema del tanque de filtro lento
Fuente: Madueño, Meza & Rashta (2017)

Por otro lado, en lo que respecta al ámbito internacional, se presentan 6 investigaciones:

1. Franco (2007) presentó un trabajo de investigación, el cual tiene como objetivo ser una herramienta de mejora en la efectividad del uso del agua, ya que introduce la alternativa de reutilización de las aguas grises para disminuir la demanda. En esta investigación se expone un esquema de tratamiento de las aguas grises:

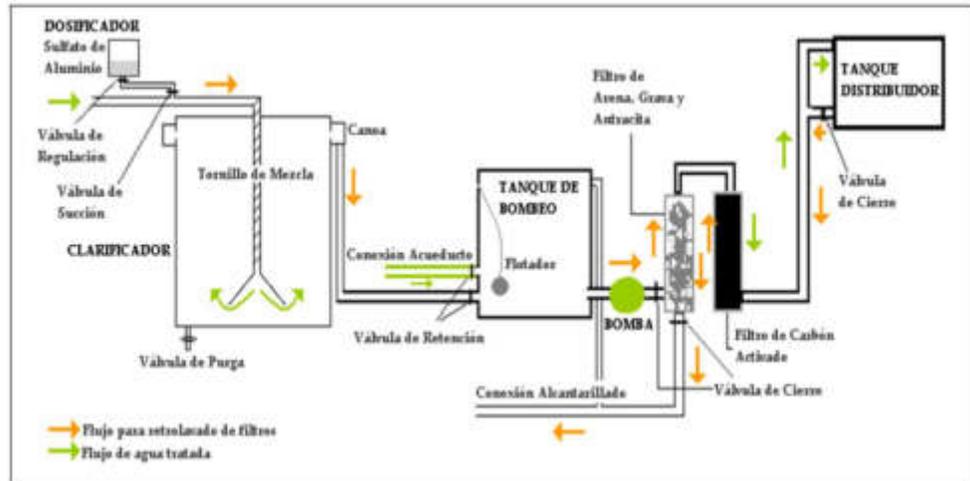


Figura 14. Esquema de sistema de tratamiento de aguas grises
Fuente: Franco (2007)

Este sistema trata las aguas grises, que provienen de los aparatos: duchas, lavatorios, lavaderos y lavadoras, con la finalidad de que puedan ser reutilizadas en las viviendas para diferentes actividades domésticas. El diseño cuenta con un sistema paralelo de tuberías, a fin de poder separar las aguas negras de las grises.

Este tipo de tratamiento incluye 3 procesos diferentes: coagulación, sedimentación y filtración. Una vez que la tubería recibe las aguas grises, desagua en el estanque clarificador, allí se vierte sulfato de aluminio por medio del sistema de dosificación, se encuentra con un tornillo mecánico que los mezcla. Después las aguas más superficiales son descargadas a un tanque de bombeo, donde se almacena para ser después ser impulsada a los filtros, cuando el nivel en el tanque llega hasta cierto punto, un interruptor envía una señal hacia la bomba. Y el agua es bombeada y pasa por un filtrado lento de arena y lo espera un filtro de carbón activado. Finalmente, el agua va al tanque de distribución, que entrega por sistema de gravedad a la descarga de inodoros, al lavatorio, lavado de autos, lavadora y riego de áreas verdes.

2. Llanos (2012) presentó una tesis que desarrolla una propuesta metodológica para incorporar en las nuevas habilitaciones urbanas un sistema de reciclado de aguas grises y de lluvia. Esta tesis plantea que para tener un ahorro significativo de agua se debe contar con una red que separe el agua jabonosa de las aguas negras, así como también los tanques de captación, unidades de tratamiento y un sistema de distribución a los inodoros y lavado de patios.

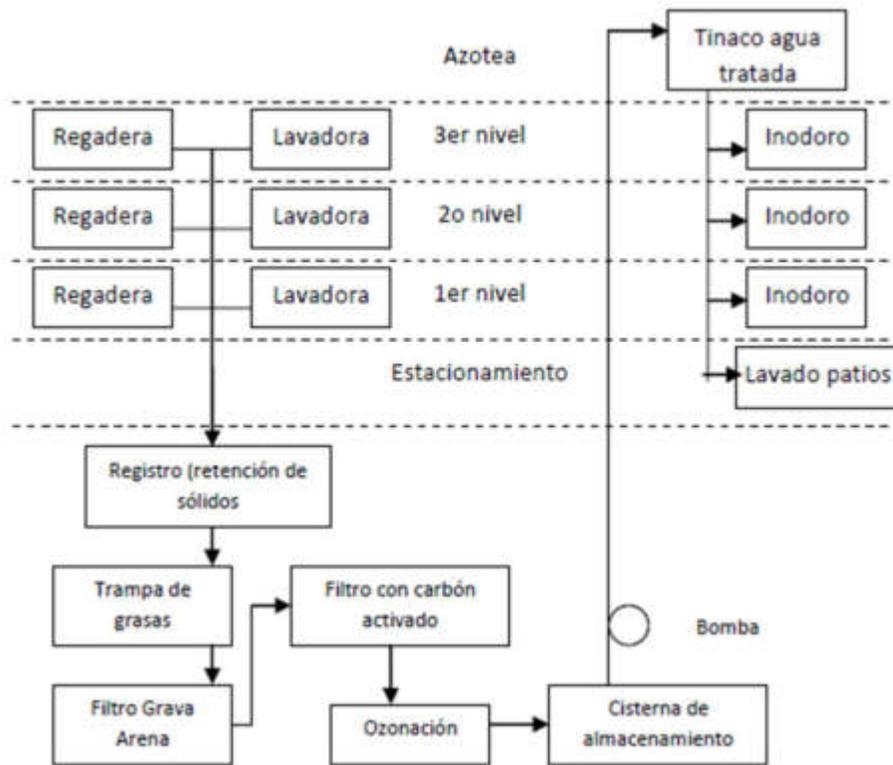


Figura 15. Esquema de recolección de agua gris y recolección
Fuente: Llanos (2012)

Así mismo, se muestra un esquema de distribución para el tratamiento por una trampa de grasa.

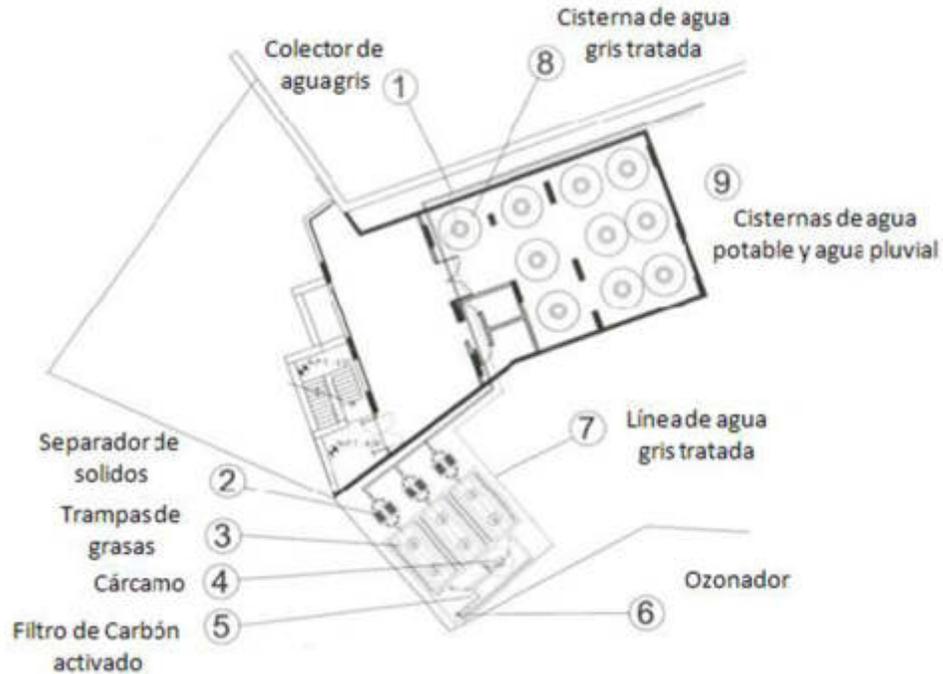


Figura 16. Instalación para tratamiento de aguas grises
Fuente: Llanos (2012)

3. Bermejo (2012) presentó un trabajo de investigación, donde expone marcos técnicos para el reúso de aguas grises, analiza su problemática socio-cultural, legislativa, administrativa, económica, medioambiental, etc. Vislumbra información sobre la demanda doméstica de agua y delibera la viabilidad de un sistema de reciclado de aguas de lluvia y aguas grises. Así, Bermejo señala que se puede optar por sistemas mixtos (residuales + pluviales), los cuales, después del tratamiento respectivo, son derivados a un depósito común, para, finalmente, ser bombeado a sus determinados usos.

Las aguas pluviales son altamente limpias. Por lo tanto, su tratamiento es bastante menos complejo que los de las aguas grises, su costo es menor al reducir el volumen de agua que será tratada y el costo energético también será menor.



Figura 17. Esquema de un sistema de recogida y tratamiento de aguas pluviales
Fuente: Bermejo (2012)

4. Soto (2012) presentó una tesis donde analiza cómo la población percibe la importancia o necesidad de contar con sistemas de reúso de aguas grises y pluviales para esbozar un plan de acción que implemente estos métodos de acuerdo a las necesidades actuales. De acuerdo con este análisis aparece una sólida relación en los motivos para implementar este sistema y el nivel socioeconómico de la gente

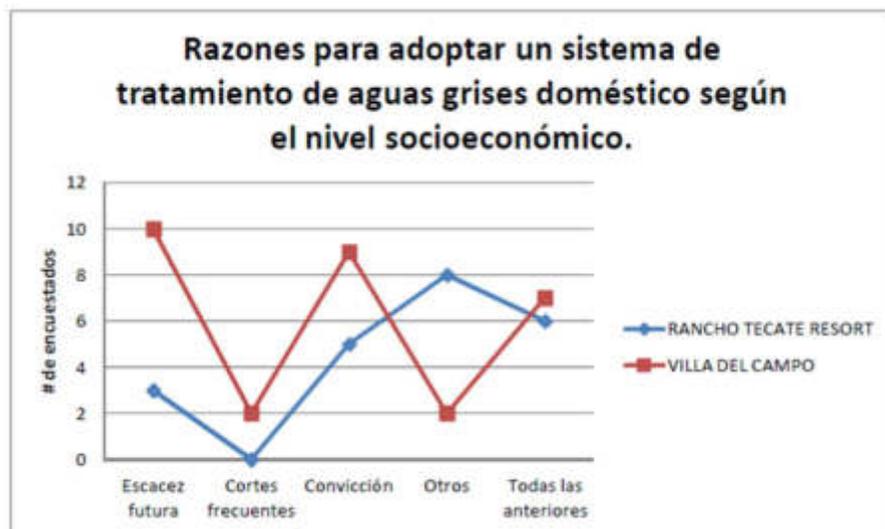


Figura 18. Razones para adoptar un sistema de tratamiento de aguas grises
Fuente: Soto (2012)

En la gráfica, se observa que mientras para Rancho Tecate la escasez futura no influye para implementar un sistema de tratamiento de aguas grises, para las personas de Villa del Campo sí. Además, muestra las posibles razones para adoptar este sistema, según el nivel socioeconómico, a través de la siguiente tabla:

Tabla 1. *Análisis de Necesidad Rancho Tecate vs. Villa del Campo*

	RANCHO TECATE RESORT	VILLA DEL CAMPO	TOTALES
Escasez futura	3	10	13
Cortes frecuentes	0	2	2
Convicción	5	9	14
Otros	8	2	10
Todas las anteriores	6	7	13
	22	30	52

Fuente: Soto (2012)

5. Gustavo (2014) presentó un trabajo de investigación, en el que describe el proceso que se aplica a los efluentes de las cloacas en la planta de tratamiento «Depuradora Bahía Blanca»; además, propone modificatorias en la planta para que resulte adecuada para la obtención de agua de calidad requerida en el sistema de reúso, tanto para ser utilizada en el riego como en el sector industrial; y brindar así una herramienta que apoye la gestión del agua. El diseño propuesto de la planta de tratamiento consta de una línea de pre tratamiento, decantación, tratamiento biológico, y un tratamiento terciario, de ultrafiltración seguido de un proceso de ósmosis inversa. El sistema posee un estanque de espesado gravedad, luego va a un tanque digestor biológico-anaeróbico y pasa por la deshidratación de tipo filtro prensa, con rumbo final por la línea de fangos. (Ver Figura 20).

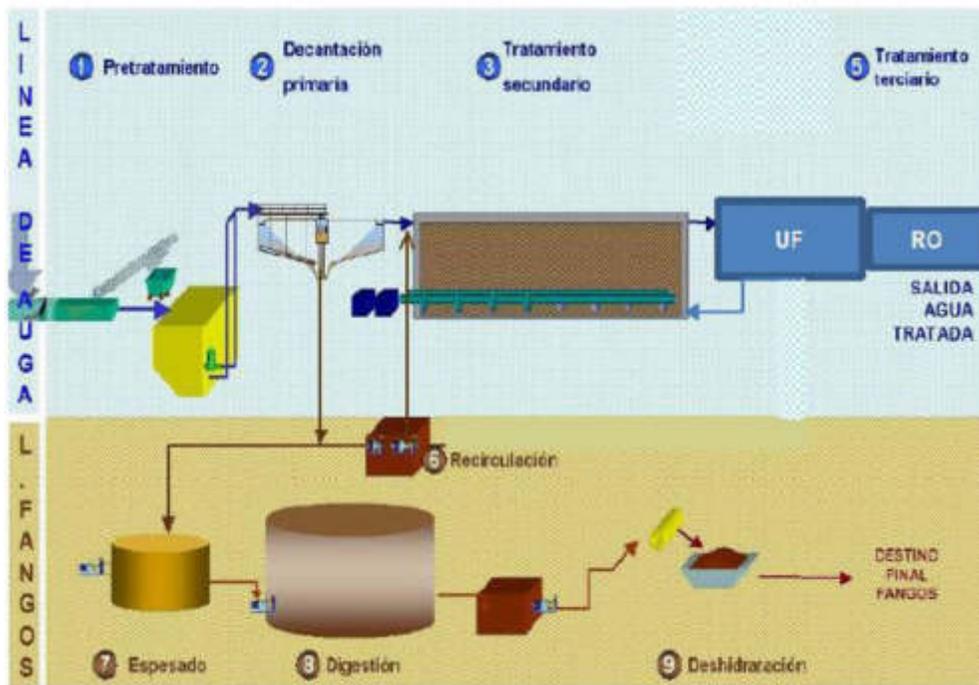


Figura 19. Esquema de la planta de tratamiento propuesta por Gustavo Fernando
Fuente: Gustavo. (2014)

Antes de efectuar la decantación primaria debe realizarse la homogeneización del efluente descrito por Gustavo Fernando.

6. Díaz & Ramírez (2016) presentaron un trabajo de investigación cuyo propósito es aprovechar el agua de la lavadora, lo cual evitará el desperdicio del recurso y generará una considerable disminución de costos en los recibos de agua. Los autores mencionan que para llevar a cabo el diseño del sistema se tomaron en cuenta parámetros que contribuyen a la recolección, tratamiento y reutilización del agua. Para ello, se necesitó un tanque de almacenamiento cerrado. En el laboratorio, por lo menos, el 70 % de los sólidos totales pudieron ser removidos con la ayuda del proceso de sedimentación. Asimismo, se necesitaron equipos tales como un dosificador, un agitador, un filtro, una motobomba, tuberías, una estructura metálica, aspersor, y filtro de lodos.

En la Figura 21 se muestra el diseño finalizado del sistema de tratamiento, el cual es simple, fácil de operar y de bajo costo.

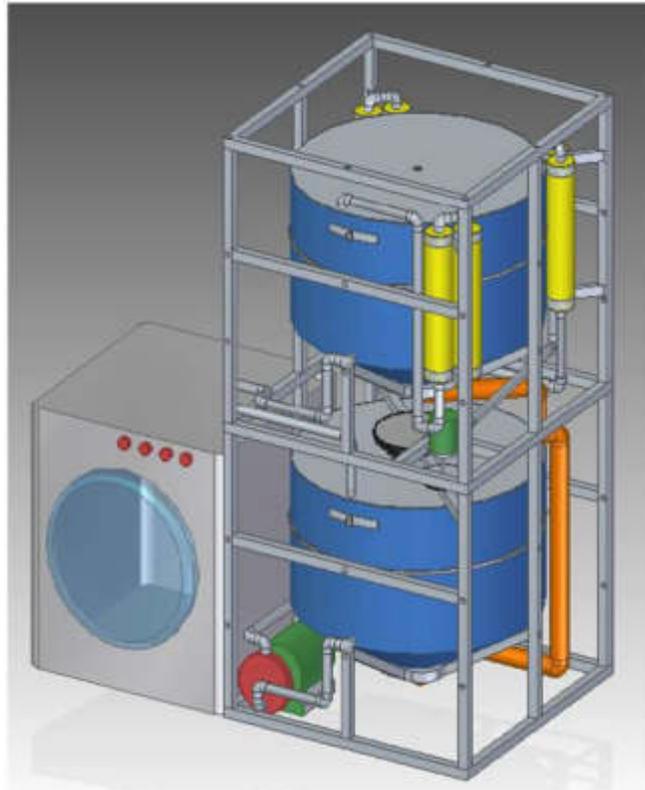


Figura 20. Sistema de tratamiento y reutilización del agua de una lavadora
Fuente: Diaz & Ramirez (2016)

2.2 Bases teóricas

El agua es un fluido incoloro e inodoro. Recibe el nombre de disolvente universal, ya que son solubles en agua casi todas las sustancias. Su color se debe a la presencia de algunos minerales como el manganeso, hierro y residuos industriales. (Ver Figura 22). Es elemental para la vida en el planeta, y al encontrarse en grandes masas adquiere una coloración azul.

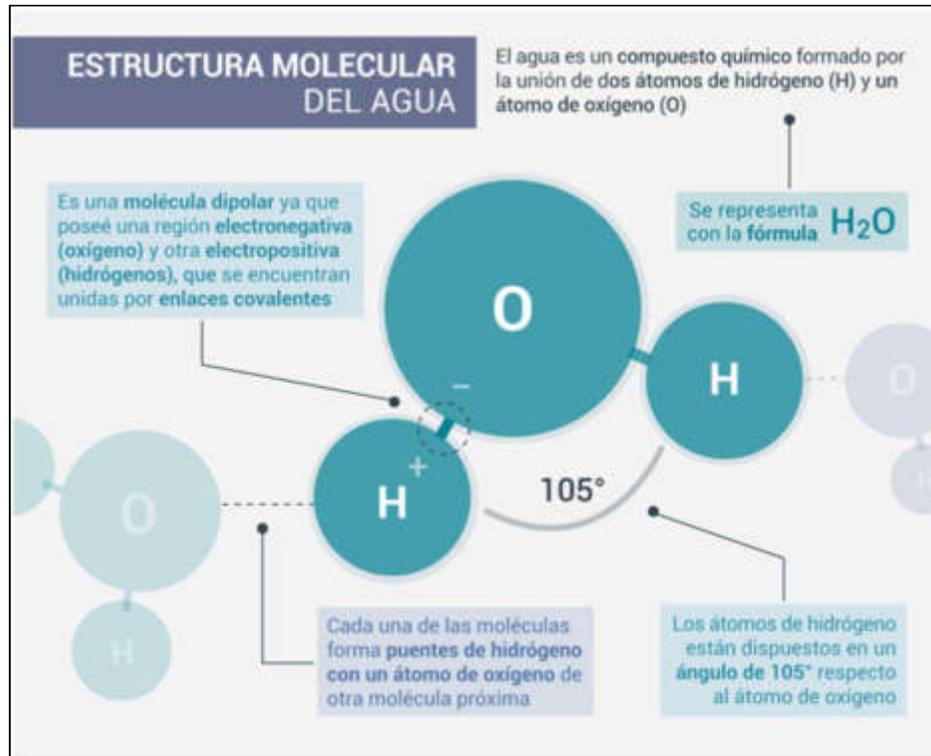


Figura 21. Estructura molecular del agua
Fuente: Centro Virtual de Información del Agua (2017)

a) Estados físicos

El agua está presente en el medio ambiente en cualquiera de sus tres estados (sólido, líquido y gaseoso), tal como se expone en la Figura 23.

El estado físico del agua depende de la temperatura y la presión atmosférica

ESTADOS FÍSICOS DEL AGUA

SÓLIDO	 Punto de congelación a 0°C a nivel del mar
	El hielo es agua en estado sólido. Flota en el agua líquida debido al aire que queda atrapado entre las moléculas de agua al congelarse.
LÍQUIDO	 Entre 0°C - 100°C a nivel del mar
	La atracción entre las moléculas de agua permite la formación de gotas; si no fuera por la gravedad de la tierra las gotas de agua tendrían una forma esférica.
GASEOSO	 Punto de ebullición a 100°C a nivel del mar
	El vapor es agua en su estado gaseoso. Está conformado por moléculas de agua que se mueven de forma rápida, constante e independiente; por lo que se esparcen muy rápido en la atmósfera proporcionando humedad al ambiente.

Figura 22. Estados físicos del agua
Fuente: Centro Virtual de Información del Agua (2017)

b) Ciclo del agua

El ciclo hidrológico del agua, como muestran los estudios, no se origina en un lugar en específico, pero se asume como punto de partida los océanos. (Ver Figura 24).

Se inicia con el sol, calentando los océanos, el cual asciende a la atmósfera. Luego, las corrientes en el aire conducen el vapor hacia las capas superiores; allí, debido a la baja temperatura, el agua se condensa y forma nubes. Después el aire moviliza, hace chocar, crecer y, finalmente, cae como lluvia; aunque también una parte cae como nieve, la cual se acumula en los glaciares. Ya en la primavera esta nieve se derrite, la cual una gran parte cae sobre la tierra o el suelo. El agua de la precipitación discurre por la superficie y una parte alcanza a los ríos; así, en los ríos, el agua es transportada nuevamente a los océanos. De esta manera, el agua que discurre en la superficie y el agua subterránea se va acumulando y almacenando en los lagos.



Figura 23. Ciclo hidrológico del agua
Fuente: Centro Virtual de Información del Agua (2017)

El agua ha tenido un rol importante en todas las civilizaciones del mundo como elemento que explica la existencia y el desarrollo cultural de la humanidad. Por ejemplo, ya en la antigua Grecia, durante el siglo VI a. C., uno de los sabios más importantes como lo fue Tales de Mileto señaló que la base primaria de la existencia era el agua. De otro lado, en el Perú, una de las crónicas que narra sobre el origen de los incas describe que los hermanos Áyar, fundadores del imperio incaico, emergieron de las aguas del lago Titicaca. En efecto, el agua siempre ha sido un elemento relevante a lo largo de la historia.

Pues bien, el agua es vital para el ser humano como para la formación y desarrollo de las civilizaciones. Así lo demuestra, la historia, que señala que todas las culturas importantes se han asentado siempre alrededor de los ríos, lagos, o manantiales. Situación que también se da actualmente, donde las ciudades modernas se ubican alrededor de las fuentes superficiales, las cuales brindan el agua necesaria para su desarrollo. Por ejemplo, la ciudad de Lima se fundó en el valle del río Rímac; de la misma manera, la ciudad de Buenos Aires, fundada en el valle del río de La Plata, entre otros muchos casos. (SUNASS, 2004).

En el año 2015, luego de finalizado el plazo para cumplir los 8 Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), más de 150 jefes de Estado se reunieron para plasmar una nueva agenda para hacerle frente a las brechas sociales, económicas, culturales, educativas; así como tomar acciones concretas para reducir el calentamiento global y cambio climático. Es así como surgen los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible que tiene eco a nivel global y cuyo fin es el cuidado del medio ambiente, además de promover el bienestar general y coordinar con los países involucrados para implementar políticas efectivas frente al cambio climático en todo el planeta. (Naciones Unidas, s.f.)

Dentro de los 17 objetivos en el punto 6 se refiere al agua limpia y saneamiento. Donde se promueve que exista completo acceso al recurso hídrico y en condiciones seguras, vale decir, consumir agua limpia. Igualmente, se plasman varias metas con miras al año 2030, entre ellas está lograr un acceso universal, con equidad y a un buen precio. Asimismo, reducir la contaminación minimizando en todo lo posible la emanación de productos químicos y sustancias peligrosas. Asimismo, una prioridad es bajar a un 50 % las aguas residuales que no cuentan con un correcto tratamiento y aumentar de manera contundente la reutilización de manera segura para el ser humano.



Figura 24. Niño bañándose con agua de un grifo
Fuente: Naciones Unidas (s.f)

Por ejemplo, en la Figura 25 se muestra claramente el resultado de la escasez de agua en el mundo.

De igual modo, otros de los objetivos son el reducir la escasez de agua, lograr una gestión integracionista del recurso, recuperar los ecosistemas relacionados al agua, como son los bosques, ríos, lagos, acuíferos, humedales, etc. Y un factor importante es contar con la participación activa de las comunidades locales o sociedad civil para lograr una efectiva gestión de los sistemas de agua y saneamiento.

Otro de los aspectos relevantes son los tipos de agua. Si bien, en el planeta existen diferentes tipos de agua, ninguno es tan preciado como el agua potable.

En el Perú y el mundo, el agua potable juega un rol primordial. Por tal motivo, el cuidado de las fuentes naturales es tarea de todos, de la misma manera, las fuentes superficiales y subterráneas, las cuales son utilizadas para el abastecimiento a la gente a nivel nacional, donde el recurso es escaso.

Esta problemática llama a la reflexión a profesionales, científicos, políticos y en general de mucha gente preocupada en el planeta. La escasez de agua obliga a ser reiterados llamados a un moderado consumo de este recurso a nivel global, ya que sin la colaboración de la población los esfuerzos son insuficientes.

El 70 % del agua del planeta Tierra se encuentra en el mar, el 2 % se encuentra en los polos, y tan solo 3 % del agua del mundo es agua dulce. Cabe señalar que el agua presente en la naturaleza apto para el consumo del hombre debe de pasar por un debido tratamiento para evitar riesgos a la salud. Y tiene que ser conducida a los hogares por medio de tuberías para que pueda ser bebida sin ningún problema. (ONU, 2019).

En efecto, las fuentes naturales de agua están en vías de extinción debido al cambio climático, sequías, desertización. Sin embargo, es la propia acción humana la que aniquila a pasos acelerados el recurso hídrico por la deforestación, o también al retirar el agua de ríos por motivo de obras de ingeniería como son represas y carreteras. Por consiguiente, hoy, la escasez

de agua es un tema central en la agenda internacional. Por ejemplo, un requisito para los acuerdos de paz entre Israel y sus vecinos es el acceso al agua. De otro lado, también es asunto de seguridad nacional compartir ríos, ya que el agua juega un papel valioso para el desarrollo humano. Actualmente en las cuencas de ríos que son compartidas están ocupadas por el 40% de los habitantes del planeta.

Ante un escenario de escasez los riesgos se ciernen en tres aspectos determinantes: alimentación, salud y estabilidad socio-política. Por ello, es necesario tomar medidas de prevención sobre el uso racional del agua.

Una investigación de *World Resources Institute* utilizó modelos climáticos para analizar 167 países y concluyó que 33 de ese grupo enfrentan un estrés hídrico extremadamente alto de cara al año 2040. De estas naciones, unas 14 se ubican en Oriente Medio, donde se incluyen países que actualmente sufren problemas de acceso al agua como Kuwait, Qatar, Bahrein, Palestina, entre otros, según indica el Fondo para la Agricultura de la ONU (FAO). (Diario Correo, 2019).

Según la ONU Agua, el uso del agua ha ido creciendo en todo el planeta en 1 % cada año desde 1980, impulsado por el crecimiento poblacional, el desarrollo socioeconómico y la variación de los estándares de consumo de agua. Por tal motivo, se espera que la demanda mundial de agua continúe elevándose a un ritmo muy similar hacia el 2050, lo que representaría un aumento de 20 a 30 % por encima del nivel actual debido a la creciente demanda de las viviendas y las industrias. (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos de la UNESCO, 2019)

Los niveles de estrés hídrico continuarán creciendo con la demanda de agua y también con el avance del cambio climático, es decir, cuando este alcance niveles críticos. Definitivamente, el agua es imprescindible para la vida, pero lamentablemente escaso. (Figura 26).

En el Perú se vive una paradoja respecto al agua. Ello debido a que, si bien es el octavo país en el mundo con la mayor cantidad de recursos

hídricos, en temporadas de escasez de lluvias, su población, así como la agricultura, sufren la falta de abastecimiento de dicho recurso.



Figura 25. El agua en el mundo
Fuente: Centro Virtual de Información del Agua (2017)

A finales del 2016, una fuerte sequía azotó a 17 regiones del país dejando enormes pérdidas. A inicios del 2017, la ausencia de lluvias en Puno ocasionó daños de un 30 a 40 % de los cultivos en 13 provincias de la región. Al mismo tiempo, en Piura las mermas alcanzaban los S/. 200 millones y con un 50 % de afectación al área de cultivo.

En el Perú, según cifras del INEI (2018), de un total de 31, 237,385 habitantes, solo el 72.3 % viven en la urbe, mientras que el 27.7 % en las zonas rurales, donde la población tiene menor acceso al agua potable. Ahora, de la población que se ubica en la zona urbana solo el 81.1% tiene acceso directo al agua potable; el resto tiene que hacerlo por medio de piletas u otros sistemas públicos alternativos. Con lo que no es posible afirmar que el acceso al agua es un tema ya cubierto, por lo menos en la zona urbana.

El servicio de agua potable y alcantarillado para la zona urbana es recibido a través de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS); estas se encargan de abastecer aproximadamente a 13.5 millones de habitantes; de los cuales, 7.9 millones se abastecen de los ríos y lagos, y 5.6 millones a través de pozos, galerías de infiltración y manantiales. (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2004)

En junio del presente año, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), presentaron el informe *Avances en Agua potable, saneamiento e higiene: especial atención a las desigualdades, 2000 – 2017*, el cual muestra resultados preocupantes: en todo el mundo existen 2.200 millones de personas que no tienen agua potable, 4.200 millones carecen de servicios de saneamiento y 3.000 millones carecen de instalaciones esenciales para lavarse las manos. Es cierto que ha habido logros significativos en cuanto a crear acceso universal al agua, pero aún hay grandes brechas, pues los hogares más pobres y las comunidades más alejadas tienen mayor riesgo de quedarse atrás en el acceso a este recurso. (UNICEF & OMS, 2019).

Según cifras de UNICEF & OMS (2019), al menos unas 144 millones de personas en el mundo beben agua no tratada y cada año 297.000 niños menores de 5 años fallecen por enfermedades ligadas a problemas de agua y saneamiento. Ahora bien, la población mundial se incrementará de 7.000 millones a 10.000 millones de habitantes en el 2050, lo cual demandará un enorme abastecimiento de agua potable.

En el Perú, el contexto es también crítico, pues ocupa el puesto 20 en disponibilidad del recurso hídrico a nivel global, y aun así existen diversos problemas para la distribución del agua; esto se debe a que la mayor reserva acuífera del país está ubicada en el oriente, mas es en la costa donde se sitúa la mayor parte de la gente (Diario Perú 21, 2019). Sumado a esto, están los problemas de servicio porque la mayor parte de EPS están en quiebra dado el bajo costo que pagan los usuarios, por lo que no hay seguridad en la calidad del recurso al no poder proporcionar infraestructura suficiente; además, el desperdicio del agua asciende al 40 %, y se da, precisamente, en la costa del

país, localizada en una zona árida, donde hay poca consciencia del cuidado del agua potable (Diario Perú 21, 2019). Así, la población costera concentra un 70% de la población, pero solo cuenta con el 1.8% de la producción total de agua (ANA, 2019)

Con todo, en el país, más de 7 millones de peruanos no tienen agua potable; estas personas se abastecen de agua por medio de camiones cisterna por los cuales deben pagar costos elevados, costo que puede ascender hasta 10 veces más del precio que pagan las personas que sí tienen conexión domiciliaria (RPP Noticias, 2017).

Cabe indicar que los sistemas de agua están vinculados estrechamente con el sistema de saneamiento, con lo que los problemas originados en estos sistemas también repercuten en el abastecimiento del agua. Por ejemplo, los aniegos son uno de los problemas comunes, que se deben, en parte, a que las instalaciones son antiguas y, por otro lado, al uso inadecuado del recurso hídrico por parte de los ciudadanos.

Según datos de la Entidad Prestadora de Servicio de Saneamiento de Lambayeque (EPSEL), actualmente, Lambayeque, región donde se ubica el proyecto urbanístico objeto de esta investigación, sufre por la falta de agua a pesar de que el Estado ha invertido más de 1.500 millones de soles en obras de saneamiento durante la última década; así pues, son 286 proyectos de saneamiento en la región y el promedio del servicio no llega a cubrir las 24 horas del día en ningún distrito (EPSEL, citado por Diario Correo, 2017). De otro lado, la provincia de Chiclayo, que es la segunda zona con el mayor promedio del servicio de agua potable, solo llega a cubrir 15.25 horas al día (Diario Correo, 2017).

Todo proyecto que esté relacionado con aguas residuales tiene dentro de su sistema la instalación y funcionamiento una Planta de Tratamiento o Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Las características de las PTAR varían de acuerdo con el tipo de aguas que ingresan para su respectivo tratamiento, cantidad de caudal, ubicación geográfica, presupuesto, etc. Dentro de su estructura pueden contener diferentes filtros o cámaras que eliminan las toxicidades de las aguas residuales, llámense filtros

de arena, cámaras de ozonación, trampas de grasa, cámara de floculación, desarenadores, entre otros. Eliminan los agentes patógenos en el caso de las aguas negras, estabilizan la materia orgánica y evitan la contaminación de zonas receptoras como el suelo y las plantas.

Actualmente, en Lima, se encuentran 19 PTAR, en las 5 sub regiones de la capital. Como por ejemplo en los distritos de Ancón, San Juan de Miraflores, Cieneguilla, El Agustino y Callao. (Figura 27).



Figura 26. Distribución de las PTAR en Lima
Fuente: Sedapal (2019)

Para efectos del presente trabajo de investigación, se realizó visitas de campo a una Planta de Tratamiento ubicada en la zona de Chacrasana, distrito de Lurigancho-Chosica, provincia de Lima, departamento de Lima.

La planta de tratamiento de Chacrasana tiene una dimensión aproximada de 1 hectárea de extensión de terreno donde funciona. Abastece

a una población de 3000 habitantes y su particularidad es que su captación proviene de las aguas del río Rímac. Estas aguas tienen por finalidad, una vez tratadas, servir no solo para las actividades domésticas sino también para el consumo humano directo. Por tal motivo, dentro de su proceso cuenta con una etapa de cloración.



Figura 27. Cámara de captación de agua de río
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 28 se muestra la cámara de captación del agua de río en la planta de tratamiento de Chacrasana, la cual tiene como finalidad el consumo humano.



Figura 28. Captación de agua fluvial
Fuente: Elaborado por los autores

Aquí se puede observar la vista interior de la cámara de captación de agua de río.



Figura 29. Ingreso al Canal de Parshall
Fuente: Elaborado por los autores

Las aguas de río ingresan al canal de Parshall donde regulan su velocidad y caudal para iniciar su tratamiento. Tal como se observa en la Figuras 30 y 31.



Figura 30. Vista de Canal Parshall
Fuente: Elaborado por los autores



Figura 31. Serpentín de Trampa de grasa
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 32 y 33 se aprecia la Cámara de Trampa de Grasa. Este es un tipo de tratamiento para las aguas residuales. Las aguas pasan por una serie de cámaras donde van depurándose, así eliminando materia orgánica: desintoxicándose.



Figura 32. Vista de cerca de serpentín
Fuente: Elaborado por los autores



Figura 33. Ingreso a cámara de floculación
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 34 se puede ver las aguas que se encuentran en la cámara de floculación. En esta etapa se desestabilizan las materias orgánicas o inorgánicas para facilitar su eliminación. Las reacciones químicas se logran gracias a la incidencia de la luz del sol. (Figura 36).



Figura 34. Vista de pozo de limpieza
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 35 se aprecia la instalación de limpieza para la cámara de floculación.



Figura 35. Vista de cámara de floculación
Fuente: Elaborado por los autores



Figura 36. Vista cámara de filtración
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 37 se aprecia la cámara de filtración. En esta etapa del tratamiento se filtran las arenas y últimas sustancias que queden suspendidas por medio de un filtro que se encuentra debajo de la instalación. Es una serie de capas de arena gruesa, arena fina y una base de grava.



Figura 37. Ingreso a cuarto de máquinas

Fuente: Elaborado por los autores

En esta zona de la planta, el operario realiza el seguimiento del proceso, su respectivo mantenimiento, la limpieza de las cámaras y para verter los floculantes. De igual modo, para verificar el correcto funcionamiento de las bombas; así como de la etapa de cloración. (Ver Figuras 38 y 39).



Figura 38. Tubería de filtración

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 39. Costales de sulfato ferroso
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 40 se observa los costales de sulfato ferroso, los cuales son suministrados por el operario en la cámara de floculación para ayudar a disolver las sustancias orgánicas así como para reducir la turbiedad.



Figura 40. Balón de cloro
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 41 se observa el balón de cloro instalado que como parte final del tratamiento es crucial, ya que esta agua se destina para el consumo humano, con lo que el cuidado del proceso debe ser muy preciso para evitar su contaminación.



Figura 41. Tanque de almacenamiento
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 42 se observa el tanque de almacenamiento, el cual tiene una capacidad de 143m³. Su distribución es directa a las viviendas de la zona, a partir del bombeo.



Figura 42. Vista de planta de tratamiento de Chacrasana
Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 43 se presenta la vista del acceso a la planta.



Figura 43. Foto de bachiller Christian Mayhua con operario de la planta
Fuente: Elaborado por los autores

En las Figuras 44 y 45 se observa a los autores de la tesis junto al operario de la planta de tratamiento de Chacrasana.



Figura 44. Foto de bachiller Edward Chávez con operario de la planta
Fuente: Elaborado por los autores

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Definición de agua

La Autoridad Nacional del Agua señala que el agua es un recurso necesario para la pervivencia del ser humano (ANA, 2019).

El agua es un combinado químico resultado por la unión, con enlaces covalentes, de 2 átomos de hidrógeno y 1 átomo de oxígeno cuya fórmula es H₂O. Es una molécula muy estable. (Ambientum, s.f.)

2.3.2 Agua potable

Es el agua que se encuentra idónea para el consumo humano. Se puede beber directamente o también puede usarse para limpiar o disponer los alimentos y no atenta contra la salud de las personas. No es tan cuantiosa en el mundo, a pesar de que se han inventado mecanismos para la potabilización del agua. (Ministerio de Salud de Colombia, 2015).

De acuerdo con la Norma OS.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones, agua potable es aquella agua apta para consumo humano. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)

Según lineamientos de la Unión Europea, el agua potable debe tener un rango aceptado de pH entre 6.5 y 9.5.

2.3.3 Agua gris

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), adscrito al Ministerio del Ambiente del Perú, aborda a las aguas grises como aguas residuales domésticas, a las cuales define como aquellas aguas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, que provienen de la actividad humana y deben disponerse adecuadamente. (OEFA, 2014).

Las aguas grises son aquellas que se generan como producto de las actividades domésticas: lavar los platos, limpiar los baños, lavarse las manos, tras el uso de la lavadora, entre otros. (Iagua, 2019)



Figura 45. Aguas grises
Fuente: Iagua (2019)

Existen diversas tecnologías para la reutilización de las aguas grises; por ejemplo, tratamiento físico-químico (coagulación-floculación, filtraciones, entre otros), tratamientos biológicos (lodos activos) o una mixtura de ambos. Es importante que los diseños de reutilización consideren que tanto el caudal de agua gris como el de la demanda de agua tratada fluctúan durante el día. Es necesario dimensionar los equipos para optimizar las aguas grises y disponer de un volumen de almacenamiento de aguas tratadas suficientes para cubrir las demandas. (Aqua España, 2018).

CAPACIDAD/ PRODUCCIÓN DE CAPTACIÓN	ORIGEN	Volumen estimado
	Viviendas	50-100 l/persona/día
	Hoteles	50-100 l/persona/día
	Complejos deportivos	30-60 l/persona/día
NECESIDAD/ DEMANDA DE AGUA TRATADA	APLICACIÓN	Volumen estimado
	Recarga de cisternas de inodoro	18-45 l/persona/día
	Riego de jardines	2-6 l/m ² /día
	Baldeo de pavimentos exteriores	2-6 l/m ² /día

Figura 46. Capacidad de captación y necesidad de aguas grises
Fuente: Aqua España (2018)

2.3.4 Agua pluvial

Las aguas pluviales son las que se suscitan durante las precipitaciones meteorológicas. Proviene de las lluvias que escurren superficialmente por el terreno.



Figura 47. Aguas pluviales
Fuente: Aqua España (2019)

El agua pluvial, a pesar de no ser potable, posee una buena calidad, ya que presenta una concentración muy baja de contaminantes debido a su nula manipulación. Es perfectamente utilizable para las tareas domésticas en las que puede sustituir al agua potable ya sea en el lavavajillas, lavadoras, riego de jardines.

Dependiendo de la contaminación atmosférica que pueda arrastrar, el agua pluvial o agua de lluvia debe diferenciarse de las originadas en las cubiertas de los edificios, de las que provienen de las calles, carreteras, autopistas, etc. Las aguas pluviales provenientes de vías no deben aprovecharse ni en el interior de los edificios ni en el riego debido a los contaminantes que arrastrar, como son los metales pesados e hidrocarburos. El agua pluvial puede aprovecharse en cisternas de sanitarios, lavadoras, lavado de pisos, autos, riego o depósitos contra incendios. Es importante contar con sistemas de filtración que permitan evitar la entrada de partículas de mayor o menor tamaño, como restos de plásticos, hojas, etc. (Aqua España, 2019).

2.3.5 Agua residual

Son las aguas cuyas propiedades se han visto afectadas como resultado de la actividad humana. Incluyen las aguas domésticas, urbanas y los residuos industriales líquidos o mineros o las aguas pluviales o naturales que se mezclaron con las anteriores mencionadas.

Según la Norma OS.090 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el agua residual es aquella agua que ha sido usada por una comunidad o industria y que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión (MVCS, 2016).

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), adscrito al Ministerio del Ambiente del Perú, define las aguas residuales como las aguas cuyas características iniciales fueron modificadas por la actividad humana y que requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a una fuente natural de agua o al desagüe. (OEFA, 2014).

La FAO las sintetiza como las aguas cuyas propiedades no tienen vinculación inmediata para el fin con el que se originaron debido a su calidad al momento de querer disponer de ellas. (Aqua España, 2018)

Cabe precisar que las aguas de refrigeración no son consideradas como aguas residuales.

2.3.6 Aguas negras

Son las aguas de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana. (MVCS, 2016)

2.3.7 Definición de sistema

Es un ligado de funciones que maniobran en completa concordia o con igual finalidad, y que pudiese ser material o conceptual. (Pérez, 2008)

Los sistemas¹ poseen reglas que regulan sus oficios con objetivos aleccionadores.

2.3.8 Reutilización de aguas grises

La reutilización de las aguas grises o también llamada agua reciclada es el proceso de convertir un flujo de residuos en el agua, producto de las

¹ Al mencionar «sistemas» se puede hacer referencia al funcionamiento de un cohete espacial, la lógica de una lengua o el sistema digestivo.

tareas domésticas, con el objetivo de poder utilizarla para otros fines. (Aqua España, 2018).



Figura 48. Esquema de reúso de aguas grises
Fuente: Aqua España (2018)

2.3.9 Preservación

Gestión humana que procura salvaguardar los recursos inmediatos en el medio ambiente.

2.3.10 Contaminación

Derivación de introducir formas de energía o materias, o estimular escenarios en el elemento que, de forma directa o indirecta, enlacen una perjudicial variación en sus atributos.

2.3.11 Fomentar

Impulsar o promover una acción para proteger algo.

2.3.12 Promover

Iniciar una cosa o proceso, con la finalidad de concretarlo.

2.3.13 Cámara de captación

Es el punto de llegada de la recolección de las aguas grises y pluviales.

2.3.14 Cámara de desbaste

Es el proceso de remover todas las partículas o materiales presentes en el agua, por medio de tamices.

2.3.15 Canal de Parshall

Es un tipo de canal ideado para reducir la turbulencia dentro del sistema de tratamiento.

2.3.16 Desarenador

Es una estructura que tiene como finalidad retener las arenas que traen las aguas grises y pluviales.

2.3.17 Decanto

Es el proceso físico de separación de líquidos o sólidos por medio de la diferencia de densidades.

2.3.18 Floculación

Es un proceso en el que se añaden floculantes para lograr aglutinar las sustancias coloidales presentes en el agua, y así facilitar su decanto y filtrado.

2.3.19 Arqueta

Pequeño depósito que tiene como finalidad recibir, unir y distribuir sistemas de canalización.

2.3.20 Cámara de filtración

Cámara en la cual son retenidas las partículas contaminantes a través de un lecho filtrante de arena.

2.3.21 Cámara de almacenamiento

Es el proceso final del tratamiento donde se almacena el agua tratada.

2.3.22 Tanque elevado

Es una estructura utilizada para almacenar y obtener la presión necesaria de agua y así desarrollar la red de distribución.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

El diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales permitirá reducir hasta en un 30 % el gasto de agua potable en actividades donde no requiera tal calidad de agua en un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque.

2.4.2 Hipótesis específicas

1. El volumen de aguas grises que se determina para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque permitirá diseñar la red de agua gris.
2. El volumen de aguas pluviales que se determina para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque permitirá diseñar el drenaje pluvial.
3. El volumen de agua potable que se calcula para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque permitirá deducir el ahorro de agua.
4. El diseño de la Planta de Tratamiento que se determina para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque permitirá desarrollar la red de distribución.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Tipo de la investigación

La metodología seguida durante la investigación se caracteriza por ser de dos tipos:

a) Cuantitativa

La presente investigación es de naturaleza cuantitativa debido a que acude a un análisis numérico para alcanzar los objetivos planteados. Esto es, dado los problemas planteados en este estudio ha sido necesario determinar las variables con el fin de acudir a la medición de sus indicadores, a partir de los datos estadísticos recolectados; los cuales, luego del respectivo análisis, permitirán establecer las conclusiones y así contrastar las hipótesis formuladas.

b) Descriptiva

Los datos obtenidos necesarios para el desarrollo de la presente investigación no han sido obtenidos solo de la medición de variables, sino también a partir de datos de otros estudios de proyectos predecesores, con lo que posibilita el catalogarla como un trabajo descriptivo.

3.2 Nivel de la investigación

La investigación se encuentra en el nivel descriptivo, ya que sustenta resultados de datos estadísticos recolectados, los cuales evidencian las características de las variables de estudio. Plantea los puntos más relevantes de cada variable dependiente para ser comparadas analíticamente entre ellas.

3.3 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es, tal como se detalla, a continuación:

a) No experimental

Los resultados que se muestran en la investigación no fueron producto de ensayos de laboratorio.

b) Transversal

La investigación se basa en un caso de estudio específico para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas.

3.4 Variables

3.4.1 Variable dependiente

Gasto de agua potable

3.4.2 Variable independiente

Aguas grises y aguas pluviales

3.4.3 Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
X: Aguas grises y Aguas pluviales	X1: Volumen de aguas grises	Unidades de descarga Caudal mínimo Número de descargas Número de habitantes	Norma básica de instalaciones de interiores de suministro de agua (NIA) RNE - Norma OS.070
	X2: Volumen de aguas pluviales	Clima Intensidad de precipitaciones Temperatura	RNE - Norma OS.060 SENAMHI
	X3: Volumen de agua potable	Dotación diaria	RNE - Norma IS.010
	X4: Planta de Tratamiento	Volumen de almacenamiento	RNE - Norma OS.080 y OS.090
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Y: Gasto de agua potable	Y1: Red agua gris	Lavamanos Urinaros Duchas	Norma básica de instalaciones de interiores de suministro de agua (NIA) RNE - Norma OS.070
	Y2: Drenaje pluvial	Sumideros	RNE - Norma OS.060
	Y3: Ahorro de agua	Agua Desagüe	RNE - Norma IS.010
	Y4: Red de distribución	Volumen de agua tratada	RNE - Norma OS.080 y OS.090

Fuente: Elaborado por los autores

3.5 Caso de la investigación

La investigación se basa en el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto

urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque.

Se propone, como medida de solución para el gasto indiscriminado de agua potable, el reúso de las aguas pluviales y aguas grises de los lavamanos, duchas y lavadoras; correctamente tratadas y reutilizarlas para riego de áreas verdes, tanques, inodoros y puntos para limpieza de pisos, lo que generaría una reducción de hasta un 30 % en el gasto de agua potable.

Se prevé una Planta de Tratamiento instalada en la urbanización, mediante los procesos de filtrado, desarenado, coagulación-floculación. El agua tratada será almacenada en un tanque que luego será impulsada por gravedad hacia los puntos de distribución mencionados líneas arriba.

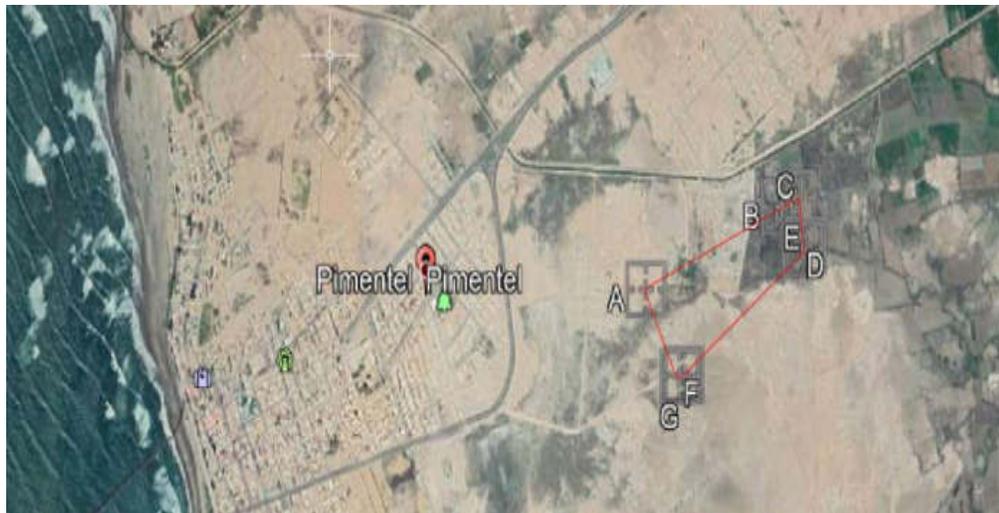


Figura 49. Vista satelital del distrito de Pimentel
Fuente: Google Earth Pro



Figura 50. Vista satelital del proyecto urbanístico de 12 hectáreas
Fuente: Google Earth Pro

3.6 Técnicas de investigación

Esta tesis determina el diseño de las redes de captación de aguas grises pluviales, la red de agua desagüe de las viviendas tipo, el diseño de la planta de tratamiento y las redes de distribución del agua tratada.

Los estudios realizados y todos los datos recolectados en la investigación tuvieron el siguiente orden:

1. Volumen de aguas grises
2. Volumen de aguas pluviales
3. Volumen de agua potable
4. Planta de tratamiento

3.7 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de investigación fueron los protocolos tomados y recaudados de investigaciones anteriores, puesto que es un proyecto no experimental.

1. Norma básica de instalaciones de interiores de suministro de agua (NIA)
2. RNE - Norma OS.060

3. RNE – IS.010
4. RNE - Norma OS.080 y OS.090

3.8 Procesamiento de datos

La data adquirida se presenta en tablas y gráficos perfilados en hojas de cálculo de Microsoft Excel, en planos elaborados en AutoCAD e imágenes satelitales.

Se elaboraron iconografías detalladas para mostrar las deducciones de los estudios y cálculos.

3.9 Población

El proyecto urbanístico consta de 12 hectáreas. Comprende 27 manzanas, 391 lotes de vivienda (120.00 m² en su mayoría), 4 lotes de recreación, 2 lotes de educación y 9 lotes para otros fines. Se asume familias de 4 miembros cada uno, con 406 lotes en total.

3.10 Muestra

La muestra será toda la urbanización, es decir, 27 manzanas.

3.11 Ámbito de estudio

El proyecto urbanístico se localiza en la localidad de Pimentel, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO

4.1 Análisis del lugar

4.1.1 Aspectos de diseño

El diseño del sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales cuenta con el almacenamiento y distribución respectiva de las aguas tratadas, las cuales son impulsadas por bombas hidroneumáticas a un tanque elevado. El espacio donde se ha diseñado la planta de tratamiento es amplio y al aire libre; por lo tanto, facilita su ventilación y correcto señalizado, así como el acceso exclusivamente para operarios autorizados para las labores de mantenimiento y limpieza, dado que está cercada por unas mallas de acero.

La planta de tratamiento cuenta con 1 cámara de desbaste donde se reciben las aguas grises y pluviales; posteriormente, pasa por un canal de Parshall, después por un desarenador; de allí ingresa a la cámara de decanto coagulante – floculación para ser dirigido al filtro de arqueta, y se movilizan a la cámara de filtración, donde finalmente se direccionan a la cisterna de almacenamiento, lugar desde donde son bombeadas hacia el tanque. Los procesos descritos son automatizados.

Las tuberías diseñadas para agua potable, agua gris, agua pluvial, agua tratada, agua negra están clasificadas por colores.

Las aguas tratadas serán canalizadas por gravedad, desde el tanque elevado hacia las redes de tuberías identificadas en cada vivienda para los usos potenciales que se le da al agua reciclada (inodoro, urinario, jardines, limpieza de pisos).

4.1.2 Criterios de diseño

La red de la urbanización prevé una dotación para las viviendas acorde a lo normado en el R.N.E. IS.010 (2006), donde se considera la factibilidad de servicio para habilitaciones urbanas, dotación de agua para consumo humano y caudales medio, máximo y de descarga para el desagüe, según las siguientes tablas:

Tabla 3. *Datos de población*

Pd = Población de diseño (hab.)	
Pa = Población actual (hab.)	45703
r = Tasa de crecimiento (hab./año)	0.80%
t = Período de diseño (años)	30

Fuente: Elaborado por los autores. Datos tomados de INEI (2017)

Para el cálculo de la población de diseño se utiliza la siguiente fórmula, según la IS.010:

$$PD = Pa(1 + r)^t$$

Figura 51. Población de diseño

Fuente: R.N.E. IS.010

Tabla 4. *Número de habitantes*

Provincia y Distrito	2011	2012	2013	2014	2015	2019
Pimentel	38 817	40 136	41 487	42 870	44 285	45703

Fuente: Elaborado por los autores. Datos tomados de INEI (2019)

Dotación de agua para habilitaciones urbanas, según la norma IS.010:

Tabla 5. *Dotación para habilitación urbana*

Área total del lote (120 m ²)	DOTACIÓN L/D
Habilitación urbana	250

Fuente: Elaborado por los autores. Datos tomados de R.N.E. I.S.010

Tabla 6. Factibilidad de servicio

FACTIBILIDAD DE SERVICIO	
PARÁMETROS DE DISEÑO	SEGÚN NORMA OS.100
N.º LOTES	391
DOTACIÓN L/D	250.0
VARIACIÓN DIARIA	1.3
VARIACIÓN HORARIA	1.8
CONTRIBUCIÓN AL DESAGÜE	0.8
CAUDAL PROMEDIO	5.7 LTS/SEG
CAUDAL MÁXIMO DIARIO	7.4 L/SEG
CAUDAL MÁXIMO HORARIO	10.3 L/SEG
CAUDAL DE DESCARGA DE DESAGÜE	8.3 L/SEG

Fuente: Elaborado por los autores. Datos tomados R.N.E. IS.010 (2006)

Con estos datos se observa que para 391 lotes la dotación diaria por vivienda es 250 l/día, según RNE.

Tabla 7. Dotación total

N.º DE LOTES	391.0
N.º DE HABITANTES	1564.0
N.º POBLACIÓN FUTURA	1986.3
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL	0.80 %
DOTACIÓN L/D-HASTA 200 M ² -RNE	250.0
ÁREAS VERDES M ²	10184.0
DOTACIÓN L/D-PARA ÁREA VERDE M ² -RNE	2.0
DOTACIÓN DE LOTES L/D	194164343.2
DOTACIÓN ÁREAS VERDES L/D	20368.0
DOTACIÓN DE EDUCACIÓN Y OTROS FINES L/D	58255413.4
DOTACIÓN TOTAL L/D	252440124.6
DOTACIÓN TOTAL M ³ /D	252440.1
DOTACIÓN TOTAL M ³ /S	2.9

Fuente: Elaborado por los autores. Datos tomados R.N.E. IS.010 (2006)

Con estos datos se observa que considerando 4 habitantes por vivienda en 391 lotes se obtiene una población futura de 1986 hab., con una tasa de incremento anual de 0.8 % y resulta una dotación total de 2.9 m³/s.

Tabla 8. Caudales medio, máximo y de descarga

	TOTAL L/D
CAUDAL MEDIO DIARIO L/S	5.7
NÚMERO DE HABITANTES (hab.)	1986

DOTACIÓN L/D	252440124.6
CAUDAL MÁXIMO DIARIO	7.5
CAUDAL MÁXIMO HORARIO	10.3
CAUDAL DE DESCARGA DE DESAGÜE	8.3

Fuente: Elaborado por los autores. Datos tomados R.N.E. IS.010 (2006)

En la tabla 7 se observa, de acuerdo al cálculo de la dotación y población futura, un caudal diario de 7.5 l/día, caudal horario de 10.3 l/día y caudal de descarga de 8.3 l/día.

4.1.3 Características de la vivienda tipo

Las viviendas tipo que conforman el proyecto urbanístico de 12 hectáreas cuentan con un área de 120 m², compuestas de 4 habitantes por cada una: 2 adultos, 2 jóvenes, 3 dormitorios, patio – jardín, zona de lavandería, comedor, cocina, 2 baños completos, sala y estacionamiento. La distribución de las áreas se presenta a continuación:

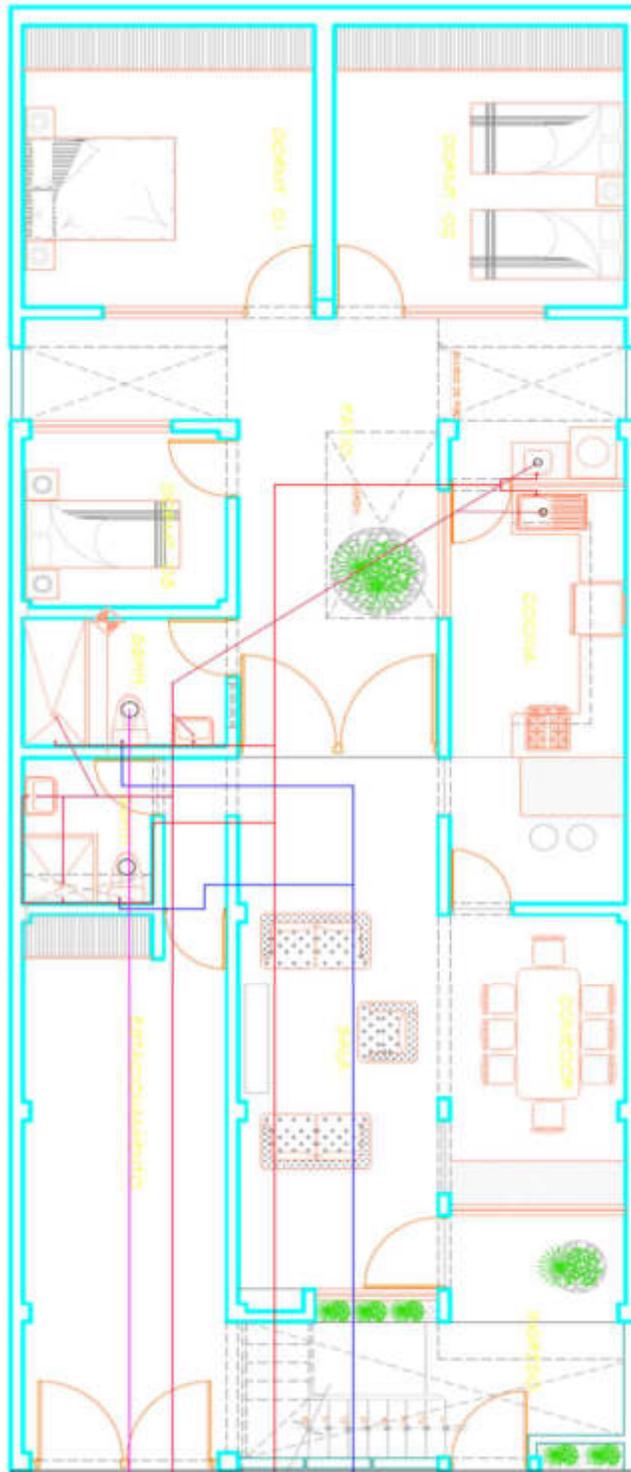


Figura 52. Distribución de áreas de vivienda tipo
Fuente: Elaborado por los autores

4.2 Diseño del sistema

4.2.1 Volumen de agua gris

Se recolectan las aguas grises diariamente, durante las 24 horas del día, en todas las actividades identificadas previamente en el hogar. Se registra el consumo de agua potable y su frecuencia en cada aparato sanitario. Para tal fin se analiza las unidades de descarga. Ver Tabla 8.

Tabla 9. Unidades de descarga

APARATOS SANITARIOS	TIPOS	QMIN INSTANTANEO	N.º DESCARGAS	N.º HABITANTES	N.º DE VECES	TOTAL (L/DÍA)
INODORO	Con tanque - descarga reducida.	6 L/DESCARGA	4	4	3	72
LAVATORIO		12 L/MIN		4	3	720
LAVADERO		10 L/MIN		4	3	600
DUCHA		18 L/MIN		4	3	1080
URINARIO	Con válvula semiautomática y automática	6 L/DESCARGA	4	4	3	72
TOTAL(L/ DÍA)						2544
N.º DE LOTES						391
TOTAL URB(L/DÍA)						994704
TOTAL URB(M³/DÍA)						994.704

Fuente: Elaborado por los autores. Datos tomados Construmática (2019)

Se observa que al estudiar las unidades de descarga de cada uno de los aparatos que funcionan en la vivienda y que sirven como fuente directa de aguas grises –como son los inodoros, duchas, lavamanos, urinarios; resulta un total de 994.704 m³/día de volumen de aguas grises generados en toda la urbanización.

4.2.1.1 Sistema de reutilización de aguas grises

La red de captación de aguas grises se identifica con un color específico, acorde con la NTP 399.012 (2009), donde se utiliza el color celeste para agua potable, el verde para agua gris y el gris para el agua de lluvia.

Las tuberías serán de material PVC, ideales para la reutilización de aguas residuales por su fácil manejabilidad y economía. Los aparatos sanitarios, red de agua potable, desagüe están situados de forma indirecta con el objetivo de evitar su cruce o interrupciones con el sistema de reutilización de aguas grises y las redes de agua para consumo humano.

Se exhorta a considerar los sucesivos indicadores sobre el diseño:

- a) Separación oportuna de los aparatos sanitarios para facilitar su evacuación rápida.
- b) Asegurar las tuberías a fin de evitar filtros de aire, olores u organismos patógenos.
- c) Materiales certificados para tuberías que garantice su resistencia y durabilidad.
- d) Los diámetros de las tuberías resultan del cálculo de las unidades de descarga mostradas anteriormente.

En la Figura 54 (extraída del Anexo 21) se expone el diseño en planta de la conexión de agua potable en una vivienda tipo, así como el corte de las tuberías sanitarias para la recolección.

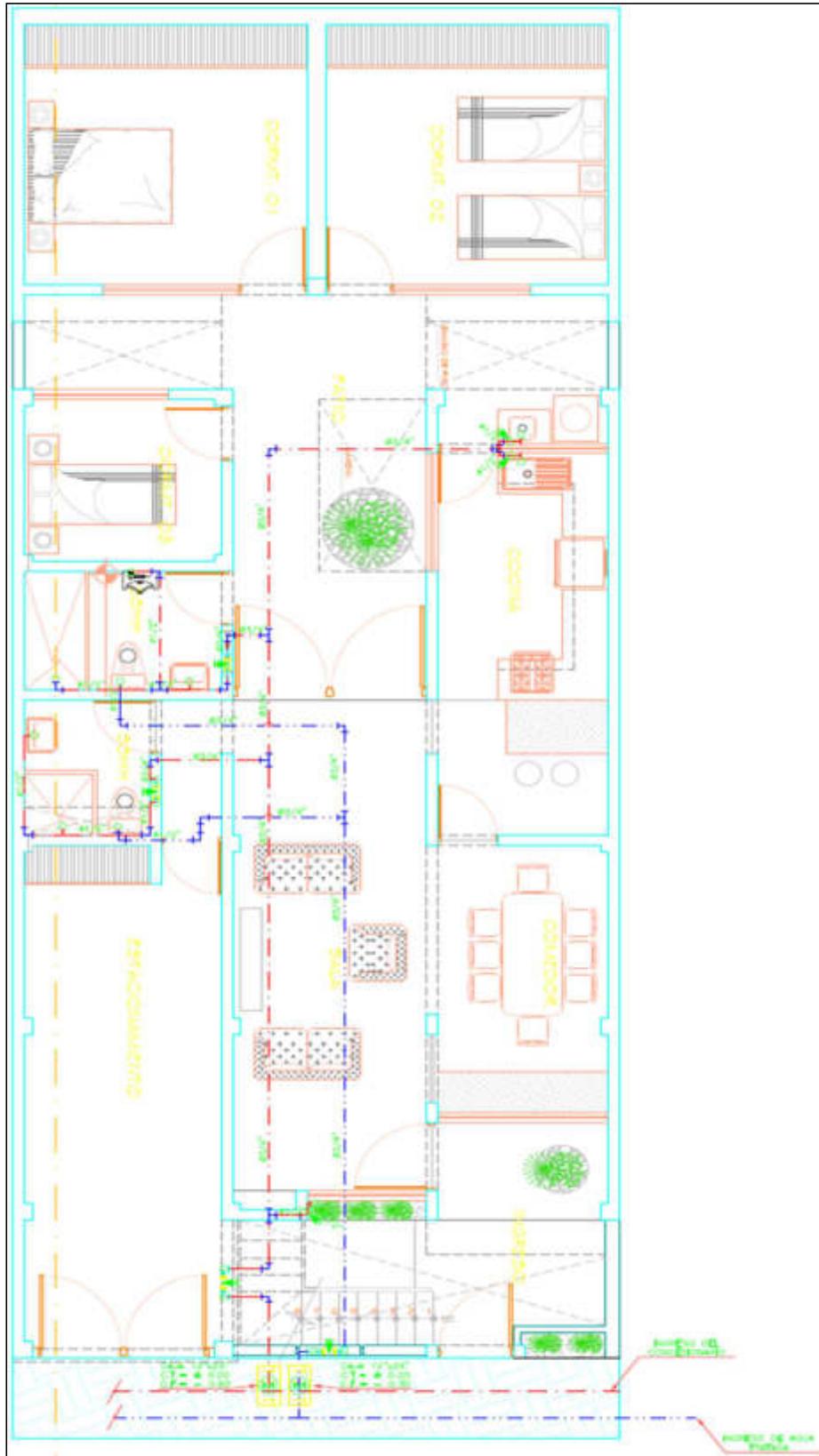
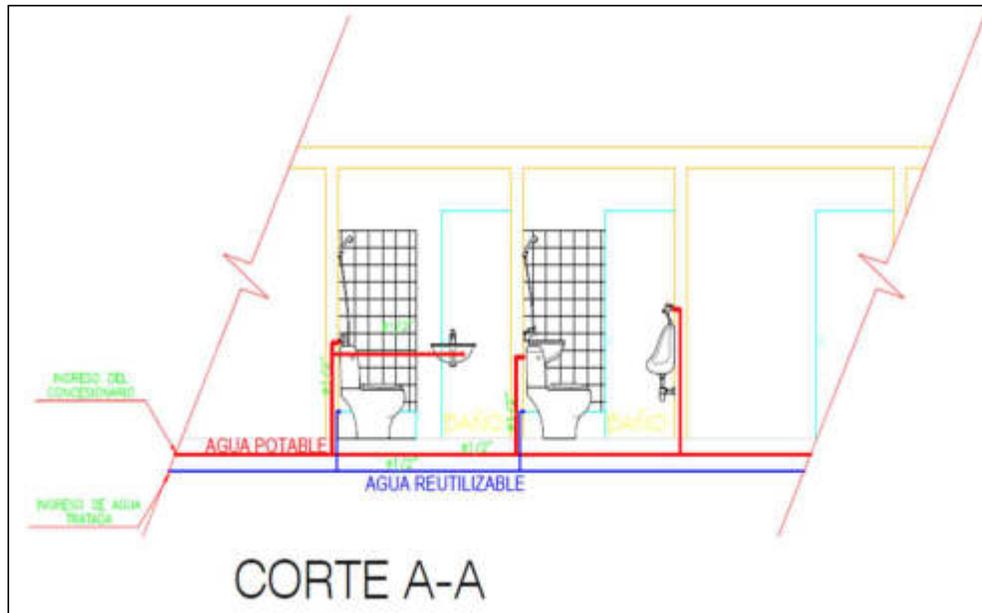


Figura 53. Esquema de red de agua en la vivienda
Fuente: Elaborado por los autores



CORTE A-A

Figura 54. Corte A-A de red de agua

Fuente: Elaborado por los autores

En esta Figura 55 se observa el corte A-A, el cual esquematiza las tuberías de ingreso del agua potable que viene de la red y del agua gris tratada para la descarga del inodoro.

Así mismo, en la siguiente Figura 56 (extraída del Anexo 22) se aprecia una vista en planta de la red de desagüe para el agua potable y para las aguas grises.

Al colector va con un diámetro de tubería de 6" para el agua gris y de 8" para el desagüe.

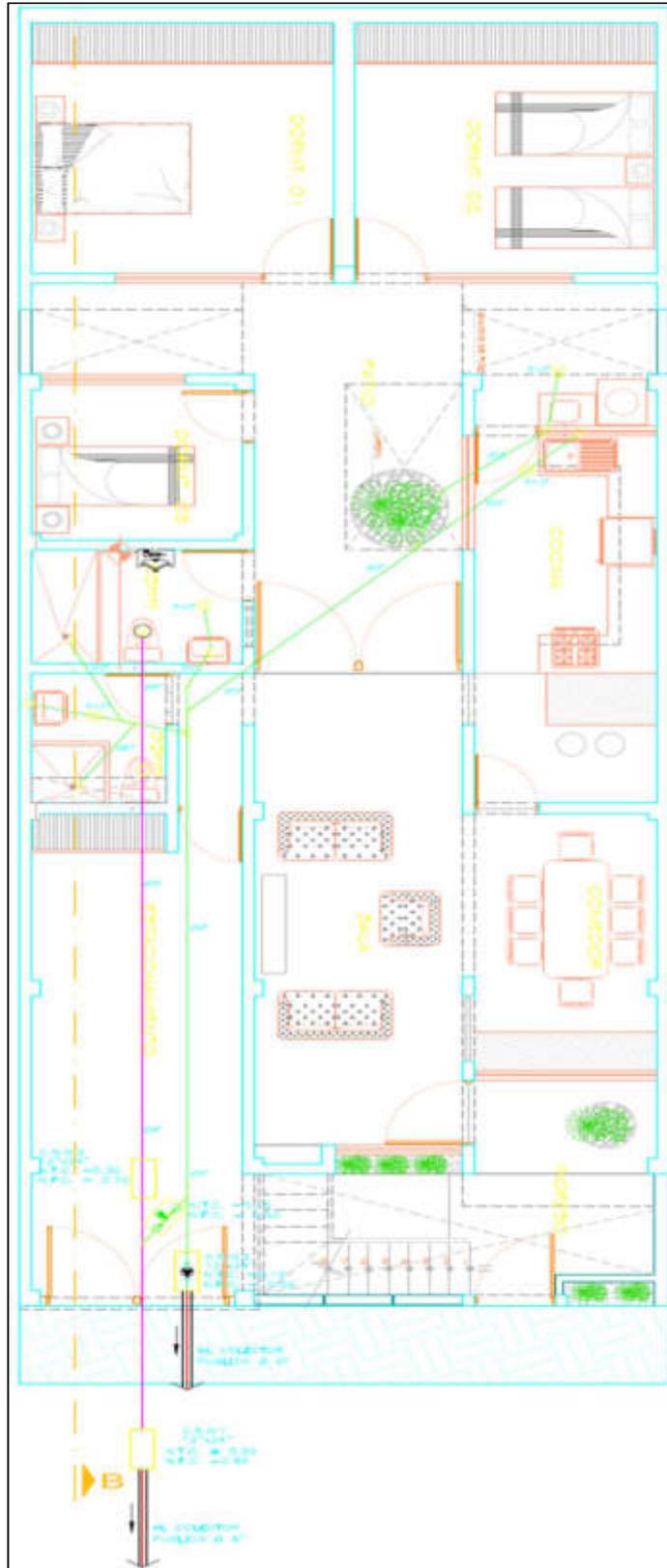


Figura 55. Vista en planta de red de desagüe
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 57 se observa el corte B-B donde se presenta la tubería de desagüe de los baños, así como de los aparatos que sirven de aporte directo al agua gris (inodoro, urinario, lavamanos).

Se considera tuberías de 2" para las aguas grises (S=1 %) y de 4" para el desagüe (S=1.5 %).

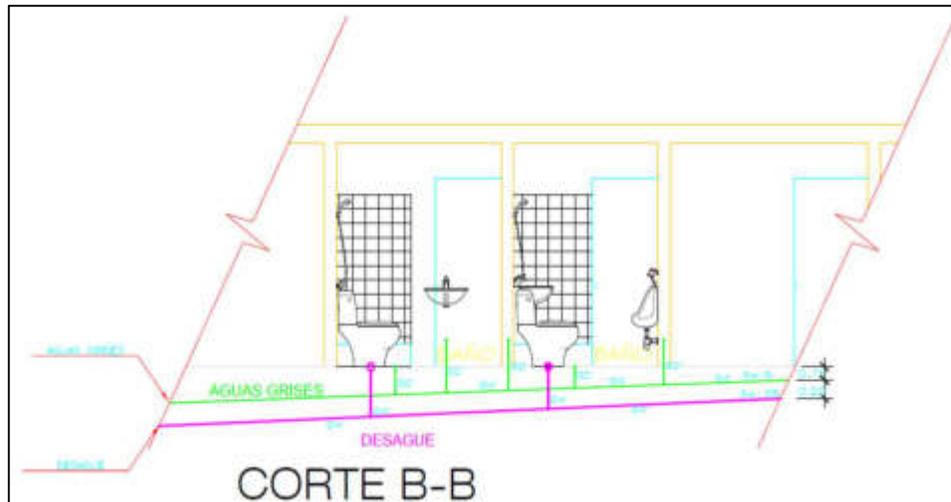


Figura 56. Corte B-B de la red de desagüe
Fuente: Elaborado por los autores

4.2.2 Sistema de aprovechamiento de aguas pluviales

4.2.2.1 Volumen de aguas pluviales

Para la presente investigación, se analizaron los datos encontrados sobre la cuenca de los ríos Chancay-Lambayeque a fin de determinar el agua pluvial que se dispondrá para diseñar el sistema de aprovechamiento a través de sumideros en el pavimento para el proceso de captación.

Se tomaron en consideración los datos de precipitaciones del servicio de meteorología nacional, como se evidencia en el Anexo 5.

Tabla 10. Datos de la cuenca hidrográfica

ÁREA DE LA CUENCA	12 Ha
ÁREA DE LA CUENCA	0.12 KM ²
ÁREA DE LA CUENCA	120000 M ²

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	0.73	
INTENSIDAD PLUVIAL	0.28	MM/D
QDISEÑO	QDISEÑO=C*I*A/360	
	0.007	m ³ /s

Fuente: Elaborado por los autores

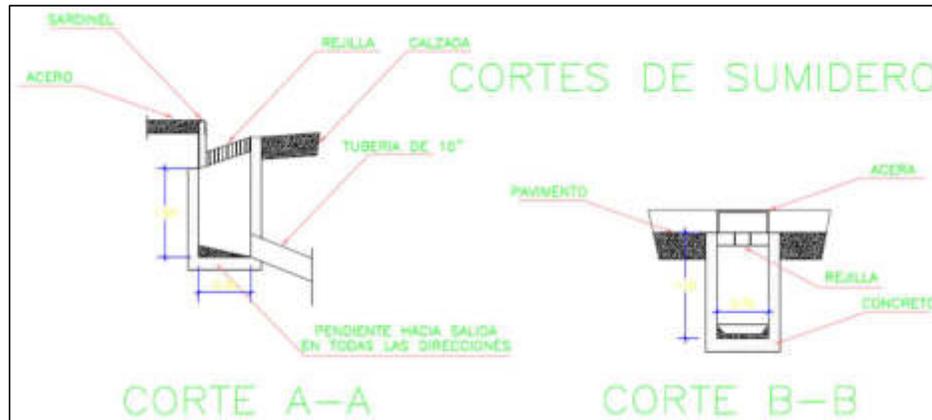


Figura 57. Sección de sumideros

Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 58 (extraído del Anexo 24) se muestra la sección A-A y sección B-B, que presenta la sección transversal de los sumideros, las cuales sirven para la captación del agua pluvial. Para el diseño de las cunetas, se tomó como referencia técnica la norma OS.060 del RNE (Anexo 9).

4.2.3 Desarrollo de la planta de tratamiento

4.2.3.1 Planta para tratamiento de aguas grises y aguas pluviales

El diseño de la planta del presente trabajo de investigación recoge las teorías y especificaciones técnicas de Isla de Juana. (2005), Romero (2008) y Beteta (2011). Este comprende un sistema de captación, desbaste, canal de Parshall, desarenador, coagulante – floculación y filtración. Enfocada para uso de viviendas, con vida útil aproximada de 30 años.

Así mismo, se toma como referencia las especificaciones técnicas de la norma OS.090, la cual define los criterios para el diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales. (Anexo 12). Dentro del diseño se ha considerado mezclar las aguas grises con las aguas pluviales debido a que facilita el desarrollo de la red de captación a emplear.

4.2.3.2 Características de la planta de tratamiento

El material propuesto para la planta de tratamiento es concreto armado. Posee un área de 2713.53 m², muros de 0.80 cm en el desbaste y en el canal de Parshall, 3.00 m en el desarenador, en el decanto, cámara de filtración y en el reservorio. Tiene una capacidad de captación de 492 m³/día.

Para el cálculo de las cargas contaminantes se utiliza los datos de la Tabla 10:

Tabla 11. Cargas contaminantes por persona y día

Parámetro	Carga (g/hab/día)
DQO	140
DBO ₅	70
NKT	10
P _{Total}	2,5
SS	80

Fuente: Beteta (2011)

DQO: Demanda química de oxígeno

DBO: Demanda biológica de oxígeno

NKT: Nitrógeno total Kjeldah

Ptotal: Peso total

SS: Sólidos secos

Así mismo se dispone de las fórmulas:

$$Q_p = Q_m \times \left(1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} \right)$$

Figura 58. Caudal promedio

Fuente: Beteta (2011)

$$DQO = \frac{C \times \text{hab}}{Q_d}$$

Figura 59. Demanda química de oxígeno

Fuente: Beteta (2011)

$$DBO_5 = \frac{C \times hab}{Q_d}$$

Figura 60. Demanda biológica de oxígeno
Fuente: Beteta (2011)

$$SS = \frac{C \times hab}{Q_d}$$

Figura 61. Sólidos secos
Fuente: Beteta (2011)

Se calcula la concentración de sólidos que pasarán por la planta al momento de la captación, caudal de diseño y el rendimiento para la expulsión de sólidos, tal como se desarrolla en la siguiente tabla:

Tabla 12. Bases de partidas – Parámetros de diseño

POBLACIÓN(HAB)	1986
DOTACIÓN(L/HAB/DIA)	250
CONCENTRACIÓN DE SOLIDOS EN SUSPENSIÓN EN LA ENTRADA DE LA PLANTA (MG/L)	250
CONCENTRACIÓN DE DBO EN LA ENTRADA DE LA PLANTA(MG/L)	200
CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN SALIDA DE LA PLANTA(MG/L)	15
CONCENTRACIÓN DE DBO EN LA SALIDA DE LA PLANTA (MG/L)	10
RELACIÓN CAUDAL MÁXIMO A CAUDAL DE DISEÑO	1.81
CAUDAL DIARIO(m³/d)	496.58
CAUDAL DE DISEÑO (m³/h)	20.69
CAUDAL PUNTA (m³/S)	0.20
CAUDAL MÁXIMO(m³/h)	37.39
KILOS DE SÓLIDO EN SUSPENSIÓN QUE ENTRA POR DÍA	124.15
KILOS DE DBO QUE ENTRA POR DÍA	99.32
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN POR HABITANTES Y DÍA (gr/hab. Día)	62.5
DBO POR HABITANTES Y DÍA (gr/hab./día)	50
RENDIMIENTO DE ELIMINACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN (%)	0.94
RENDIMIENTO DE ELIMINACIÓN DE DBO	0.95

Fuente: Elaborado por los autores. Datos tomados de Beteta (2011)

El canal de Parshall se diseñó de acuerdo con las especificaciones técnicas de Romero (2008). Donde la canaleta es autolimpiante, posee una

pérdida de energía baja y su operacionalidad es muy exacta en caudales variables.

W (cm)	7.6
A (cm)	46.6
B (cm)	45.7
C (cm)	17.8
D (cm)	25.9
E (cm)	38.1
F (cm)	15.2
G (cm)	30.5
K (cm)	2.5
N (cm)	5.7
R (cm)	40.6
M (cm)	30.5
P (cm)	76.8
X (cm)	2.5
Y (cm)	3.8

Figura 62. Dimensiones del canal de Parshall
Fuente: Romero (2008)

Luego se procede a calcular el desbaste, para la retención de los sólidos que llegan a la tubería y pasan por los tamizadores, de acuerdo con la siguiente fórmula, donde “x” es la anchura:

$$R_h = \left(\frac{x \frac{x}{2}}{\frac{x}{2} + x + \frac{x}{2}} \right) = \frac{x}{4}$$

Figura 63. Radio hidráulico para canal rectangular
Fuente: Beteta (2011)

Tabla 13. Características del desbaste

ANCHURA (mm)	15
PROFUNDIDAD (mm)	30
SEPARACIÓN ENTRE BARRAS (mm)	20
VELOCIDAD DE APROXIMACIÓN (m/s)	0.45
VELOCIDAD DE PASO ENTRE REJAS (m/s)	0.85
PÉRDIDA DE CARGA ADMISIBLE (mm)	150
PENDIENTE DEL CANAL (m)	0.00075
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	0.015
CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE APROXIMACIÓN A LA REJA(m/s)	0.56
PENDIENTE DEL CANAL (m)	0.00085
CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE PASO ENTRE LA REJA (m/s)	0.58
CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA (m)	0.0022
CÁLCULO DEL RADIO HIDRÁULICO (m)	0.1680
CÁLCULO DE DIMENSIONES DEL CANAL: ANCHO 4Rh (m)	0.6722
CÁLCULO DE DIMENSIONES DEL CANAL: CALADO (ANCHURA/2) (m)	0.3361

Fuente: Elaborado por los autores. Datos tomados de Beteta (2011)

El diseño del desarenador consiste en una cámara rectangular por donde va a circular el agua tratada, permitiendo que la arena se deposite en el fondo, el aire se introduce causando un flujo espiral que suspende las partículas ligeras sacándolas fuera de la cámara.

Se considera implementar un desarenador debido a que las aguas pluviales al discurrir por la superficie arrastran arenas las cuales pueden generar perjuicios u obstrucciones al proceso de tratamiento.

$$\text{Volumen. Desarenador} = \frac{1}{2} \times Q \times t_r$$

Figura 64. Cálculo del volumen del desarenador 1
Fuente: Beteta (2011)

$$\text{Longitud} = \frac{\text{volumen}}{\text{anchura} \times \text{profundidad}} = \frac{54\text{m}^3}{3,6\text{ m} \times 3\text{ m}} = 5\text{ m}$$

Figura 65. Cálculo del volumen del desarenador 2
Fuente: Beteta, (2011)

$$\text{Suministro. necesario} = \text{longitud} \times \text{suministro}$$

Figura 66. Cálculo del suministro de aire necesario
Fuente: Beteta (2011)

Tabla 14. Cálculo del desarenador

CAUDAL DE DISEÑO (m ³ /h)	20.69
CAUDAL MÁXIMO(m ³ /h)	37.39
VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN DE LA ARENA (m/min)	1.15
RELACIÓN PROFUNDIDAD/ANCHURA DE CANAL	1.5
VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN POR EL CAUDAL DE DISEÑO(m/s)	0.3
TIEMPO DE RETENCIÓN (min)	3
PROFUNDIDAD(min)	5
VOLUMEN DE DESARENADOR (m ³)	23.68
RELACIÓN ANCHURA PROFUNDIDAD DE 1,5:1 Y SE ASUME PROFUNDIDAD (m)	3
ANCHURA DE DESARENADOR (m)	4.5
LONGITUD (m)	1.75
CÁLCULO DE SUMINSTRO DE AIRE NECESARIO	0.35
CÁLCULO DE VOLUMEN DE ARENA A TRATAR	0.852

Fuente: Elaborado por los autores. Datos tomados de Isla de Juana (2005)

Luego de pasar por el desarenador, las aguas pasan por un proceso de coagulación y floculación. El primero consiste en una aglomeración de partículas muy pequeñas para ser sedimentada por la fuerza de gravedad. Y el floculado consiste en añadir reactivos orgánicos que se activan químicamente cuando los coágulos forman flóculos grandes que son fáciles de separar.

Su diseño se determina mediante la siguiente tabla:

Tabla 15. *Cálculo para cámara de coagulación – floculación*

CAUDAL DE DISEÑO (m³/h)	20.69
CAUDAL MÁXIMO (m³/h)	37.39
DOSIS DE COAGULANTE (mg/l)	20
CONCENTRACIÓN DEL REACTIVO COMERCIAL (kg/ton)	400
DENSIDAD DEL REACTIVO COMERCIAL (kg/l)	1.43
AUTONOMÍA DE ALMACENAMIENTO (DÍAS)	15
CONCENTRACIÓN DE DOSIFICACIÓN (kg/ton)(REACTIVO DILUIDO)	50
HORAS DE DOSIFICACIÓN AL DÍA	24
CONSUMO DE REACTIVO PURO A CAUDAL DE DISEÑO (kg/h)	0.41
CONSUMO DE REACTIVO COMERCIAL A CAUDAL DE DISEÑO (kg/h)	1.035
CONSUMO DE REACTIVO COMERCIAL A CAUDAL DE DISEÑO(l/h)	0.72
CONSUMO DE REACTIVO DILUIDO A CAUDAL DE DISEÑO (kg/h)	8.276399967
CONSUMO APROX. DE REACTIVO DILUIDO A CAUDAL DE DISEÑO (l/h)	7.965311507
DENSIDAD APROXIMADA DEL REACTIVO DILUIDO (kg/l)	1.039055404
CONSUMO DE REACTIVO PURO A CAUDAL MÁXIMO (kg/h)	0.747779997
CONSUMO DE REACTIVO COMERCIAL A CAUDAL MÁXIMO (kg/h)	1.869449993
CONSUMO DE REACTIVO COMERCIAL A CAUDAL MÁXIMO (l/h)	2.5
CONSUMO DE REACTIVO DILUIDO A CAUDAL MÁXIMO (kg/h)	14.95559994
CONSUMO APROX. DE REACTIVO DILUIDO A CAUDAL MÁXIMO (l/h)	15.58614995
CANTIDAD A ALMACENAR DE REACTIVO COMERCIAL (ton)	0.372437999

Fuente: Elaborado por los autores. Datos tomados de Isla de Juana (2005)

El tiempo promedio que durará el agua residual en la arqueta donde el caudal armoniza con el caudal de diseño se toma de la siguiente tabla:

Tabla 16. *Dimensionamiento de la Arqueta*

CAUDAL DE DISEÑO (m³/h)	20.69
CAUDAL MÁXIMO(m³/h)	37.39
NÚMERO DE UNIDADES	2
TIEMPO DE RETENCIÓN EN ARQUETA COAGULACIÓN A CAUDAL DE DISEÑO (min)	2
PROFUNDIDAD ÚTIL DE ARQUETA DE COAGULACIÓN (m)	1
RELACIÓN LONGITUD/ANCHURA DE ARQUETA DE COAGULACIÓN	1
TIEMPO RETENCIÓN EN ARQUETA FLOCULACIÓN A CAUDAL DE DISEÑO (min)	10

PROFUNDIDAD ÚTIL DE ARQUETA DE FLOCULACIÓN (m)	3
RELACIÓN LONGITUD/ACHURA DE ARQUETA DE FLOCULACIÓN	1
CAUDAL DE DISEÑO UNITARIO (m ³ /h)	10.34549996
CAUDAL MÁXIMO UNITARIO (m ³ /h)	18.69449993
VOLUMEN ÚTIL DE ARQUETA DE COAGULACIÓN (m ³)	0.344849999
LONGITUD DE ARQUETA DE COAGULACIÓN (m)	0.587239303
ANCHURA DE ARQUETA DE COAGULACIÓN (m)	0.587239303
VOLUMEN ÚTIL DE ARQUETA DE FLOCULACIÓN (m ³)	1.724249993
LONGITUD DE ARQUETA DE FLOCULACIÓN (m)	0.75812268
ANCHURA DE ARQUETA DE FLOCULACIÓN (m)	0.75812268
TIEMPO DE RETENCIÓN EN ARQUETA COAGULACIÓN A CAUDAL MÁXIMO (min)	1.106796117
TIEMPO RETENCIÓN EN ARQUETA FLOCULACIÓN A CAUDAL MÁXIMO (min)	5.533980583

Fuente: Elaborado por los autores. Datos tomados de Isla de Juana (2005)

Seguidamente, se procede a llevar el agua residual por unos filtros de arena, en los cuales se eliminan las concentraciones de sólidos en el agua. Contiene elementos filtrantes, generalmente arena, en el fondo hay un espacio de evacuación, una placa que soporta el lecho filtrante de material antracita que es uno de los más usados. (Ver Tabla 16).

Tabla 17. Cálculo para cámara de filtración de arena a presión

CAUDAL DE DISEÑO (m ³ /h)	20.69
NÚMERO DE UNIDADES	8
NÚMERO MÁXIMO DE UNIDADES LAVANDO SIMULTÁNEAMENTE	1
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN EN INFLUENTE (mg/l)	50
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN EN EFLUENTE(mg/l)	10
VELOCIDAD DE FILTRACIÓN (m ³ /m ² *h)	25
TIEMPO DE OPERACIÓN POR CICLO (h)	6
m ³ DE HUECOS POR m ³ DE LECHO DEL MEDIO 1	0.6
m ³ DE HUECOS POR m ³ DE LECHO DEL MEDIO 2	0.5
m ³ DE HUECOS POR m ³ DE LECHO DEL MEDIO 3	
CONTENIDO MATERIA SECA DEL SÓLIDO/ FLÓCULO RETENIDO (kg/m ³)	30
MÁXIMO PORCENTAJE DE HUECOS A OCUPAR DEL LECHO (%)	25
PROFUNDIDAD DEL MEDIO 1 (%)	66.6
PROFUNDIDAD DEL MEDIO 2 (%)	33.3
PROFUNDIDAD DEL MEDIO 3 (%)	
PROFUNDIDAD DEL LECHO ADICIONAL SOBRE EL CÁLCULO (m)	0.5
EXPANSIÓN DEL LECHO (%)	60
ALTURA DE RESGUARDO DE LA VIROLA (m)	0.5
CAUDAL NORMAL POR BOQUILLA (m ³ /h)	0.3
PÉRDIDA DE CARGA DEL MEDIO 1 LIMPIO (m.c.a./m de profundidad)	0.2
PÉRDIDA DE CARGA DEL MEDIO 2 LIMPIO (m.c.a./m de profundidad)	0.35
PÉRDIDA DE CARGA DEL MEDIO 3 LIMPIO (m.c.a./m de profundidad)	

PÉRDIDA DE CARGA EN LA BOQUILLA (m.c.a.)	0.5
TALLA EFECTIVA DEL MEDIO 1 (mm)	1.02
TALLA EFECTIVA DEL MEDIO 2 (mm)	0.55
TALLA EFECTIVA DEL MEDIO 3 (mm)	
VELOCIDAD DEL AGUA DE LAVADO (m ³ /m ² .h)	35
VELOCIDAD DEL AIRE DE LAVADO (m ³ /m ² .h)	60
CAUDAL DE DISEÑO UNITARIO (m ³ /h)	2.58637499
SECCIÓN UNITARIA (m ²)	0.103455
DIÁMETRO INTERIOR (m)	3.914928685
VELOCIDAD DE FILTRACIÓN CON FILTROS LAVANDO (m ³ /m ² .H)	28.57142857
VOLUMEN DE AGUA A FILTRAR POR CICLO Y FILTRO (m ³)	15.51824994
SÓLIDOS A RETENER POR CICLO Y FILTRO (kg)	0.620729998
CAPTACIÓN DE RETENCIÓN DE MEDIO 1 (kg/m ³)	4.5
CAPTACIÓN DE RETENCIÓN DE MEDIO 2 (kg/m ³)	3.75
CAPTACIÓN DE RETENCIÓN DE MEDIO 3 (kg/m ³)	0
CAPTACIÓN MEDIA DE RETENCIÓN DEL LECHO (kg/m ³)	4.24575
VOLUMEN DE LECHO POR FILTRO (m ³)	0.146200317
ALTURA DEL LECHO (m)	1.913177884
ALTURA DE MEDIO 1 (m)	1.274176471
ALTURA DE MEDIO 2 (m)	0.637088235
ALTURA DE MEDIO 3 (m)	0
VOLUMEN TOTAL DEL MEDIO 1 (m ³)	1.05455941
VOLUMEN TOTAL DE MEDIO 2 (m ³)	0.527279705
VOLUMEN TOTAL DE MEDIO 3 (m ³)	0
ALTURA CILÍNDRICA DEL FILTRO	3.561084614
NÚMERO DE BOQUILLAS POR FILTRO	8.621249965
NÚMERO DE BOQUILLAS POR METRO CUADRADO	83.33333333
NÚMERO TOTAL DE BOQUILLAS	68.96999972
CAUDAL MÁXIMO POR BOQUILLA (m ³ /h)	0.342857143
PÉRDIDA DE CARGA DE LECHO LIMPIO (m.c.a.)	0.477816176
PÉRDIDA DE CARGA DEL LECHO+BOQUILLAS LIMPIOS (m.c.a.)	0.977816176
PÉRDIDA DE CARGA DEL FILTRO SUCIO (m.c.a.)	1.470338194
CAUDAL DE AGUA DE LAVADO POR FILTRO (m ³ /h)	3.620924985
PÉRDIDA DE CARGA DEL LAVADO CON AGUA (m.c.a.)	4.058473472
CAUDAL DE AIRE DE LAVADO POR FILTRO (m ³ /h)	6.207299975
PÉRDIDA DE CARGA DEL LAVADO CON AIRE (m.c.a.)	4.273301537

Fuente: Elaborado por los autores. Datos de Isla de Juana (2005)

Entonces, se procede al bombeo del agua, para evitar atasco en las tuberías, manteniendo niveles de presión y caudal adecuados. (Ver Tabla 17).

Para calcular el diámetro de la cañería de impulsión es necesario contar con el diámetro óptimo, el cual se halla con la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times u}}$$

Figura 67. Diámetro mínimo
Fuente: Beteta (2011)

Tabla 18. *Bombeo principal*

VELOCIDAD RECOMENDADA (m/s)	1.3
CAUDAL ADMISIBLE (m³/s)	0.0057
DIÁMETRO MÍNIMO DE TUBERÍA (m)	0.074717151
VIENE A SER UN DIÁMETRO DE TUBERÍA 4 “ A REALIZARSE	74.7171 mm

Fuente: Elaborado por los autores. Datos de Isla de Juana (2005)

Finalmente, en el cálculo del reservorio, se halla el caudal admisible que es el caudal medio diario por día, la altura recomendada, según la norma OS.100, lo cual permite hallar el área del reservorio, según la Tabla18.

Tabla 19. *Cálculo del reservorio*

CAUDAL ADMISIBLE (M³/D)	492.48
ALTURA RECOMENDADA (m)	3
ÁREA DE RESERVORIO (m2)	164.16

Fuente: Elaborado por los autores. Datos de Norma OS. 100

4.2.3.3 Diseño de la planta de tratamiento

Se presentan fragmentos del plano de la planta de tratamiento para describir las partes que lo conforman y el proceso de tratado de las aguas residuales.

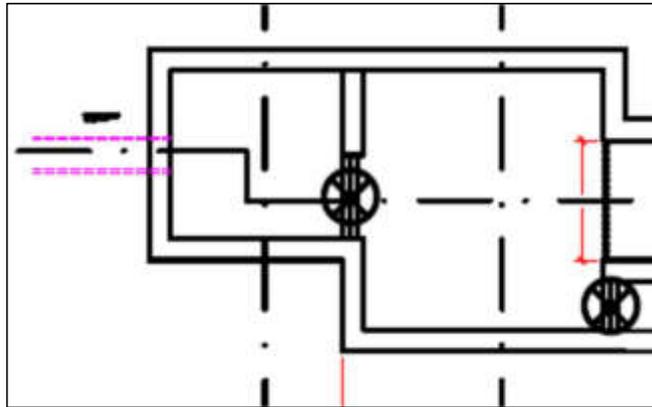


Figura 68. Vista en planta de Cámara de Captación
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 69 (extraído del Anexo 23) se aprecia la vista en planta de la cámara de captación de la planta de tratamiento, la cual recibe tanto las aguas grises como pluviales. Tiene 1.20 m de ancho y 0.90 de alto, y una base de 0.15 m. Al pasar por la primera compuerta, el ancho de la cámara de captación aumenta su ancho en 0.12 m. Y se deja una dimensión de la cámara de 1.05 x 035 m para el desfogue y se haga limpieza (longitud = 4.14 m).

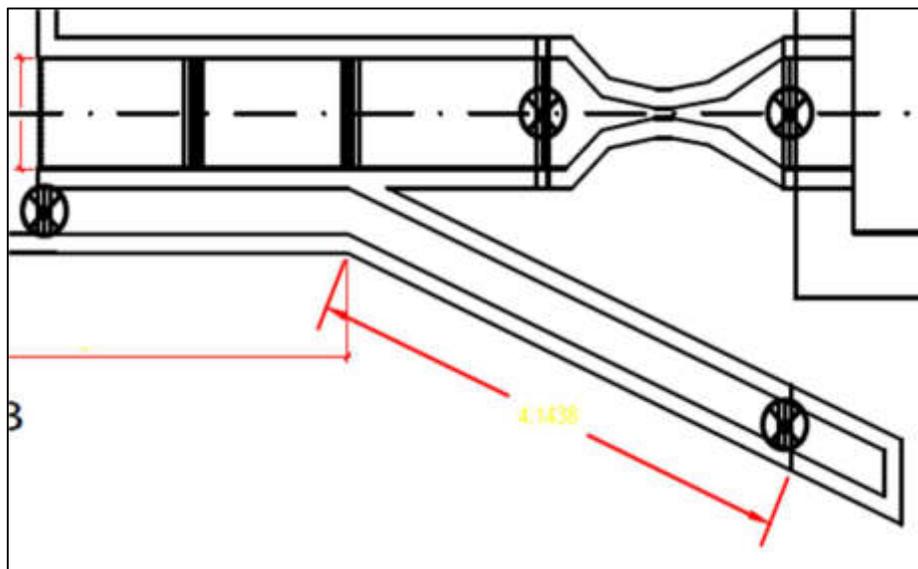


Figura 69. Vista en planta de Cámara de Desbaste y Canal de Parshall
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 70 (extraída del Anexo 23) se aprecia la vista en planta de la cámara de desbaste y el canal de Parshall.

En la cámara de desbaste se inicia un tratamiento previo, ya que en su interior se instalan tamices para evitar que objetos de un tamaño considerable obstruyan las etapas posteriores de tratamiento. Se diseña con una altura de 1.05 m y ancho de 0.82 m, dos tamices y una compuerta en su parte final.

Luego, las aguas ingresan al canal de Parshall, donde se regulan los caudales de las aguas residuales para evitar turbulencias. En el ingreso tiene una dimensión de 0.85 m, mientras que a la salida disminuye a 0.23 m. Tiene una longitud de 1.07 m y un ancho de 0.08 m en el punto más angosto del canal. Para un caudal $Q = 5.7\text{l/s}$ y un $S = 0.00075$.

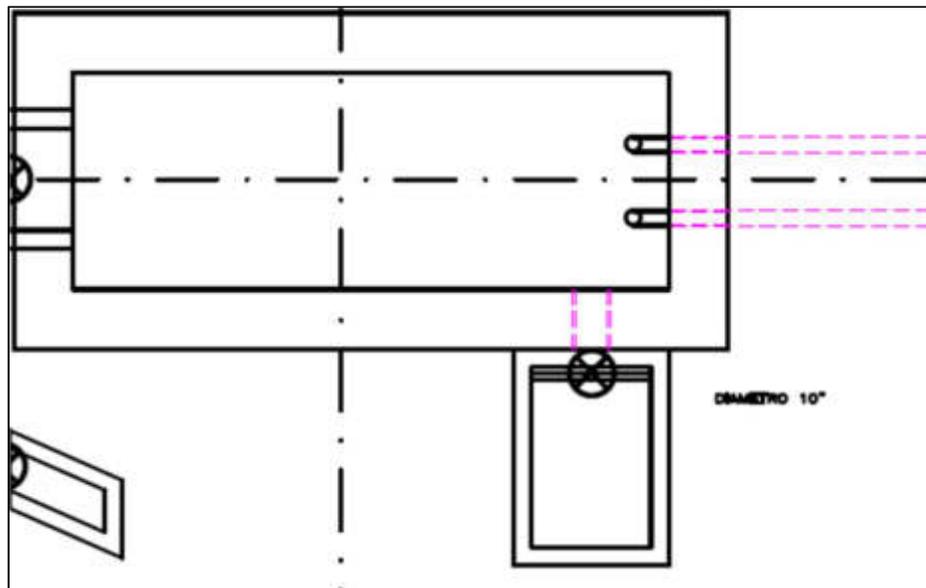


Figura 70. Vista en planta del desarenador
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 71 (extraída del Anexo 23), se esquematiza el desarenador, el cual funciona como una cámara para remover las arenas por medio de la sedimentación. Tiene una dimensión de 1.80 x 3.50 m, las 2 tuberías de 0.13 m de diámetro para los filtros y 1.00 m de altura en la compuerta del sedimentador.

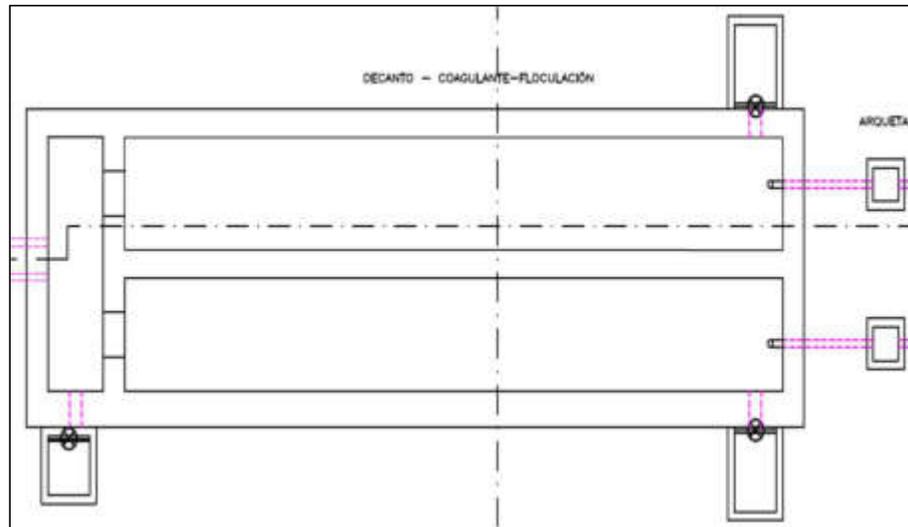


Figura 71. Vista en planta de Cámara de Decanto – Coagulante – Floculación
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 72 (extraída del Anexo 23) se observa la vista en planta de la cámara de decanto – coagulante – floculación, donde el proceso de desestabilización de las partículas coloidales se logra gracias a la aplicación de electrolitos simples como la sal inorgánica para luego obtener una aglomeración de estas. Así mismo, al añadirse floculantes, esto es, en el proceso de floculación, se genera un proceso químico donde se aglomeran las sustancias gelatinosas o coloidales y permiten su decantación y consecutivo filtrado.

Se cuenta con 2 cámaras de 2.00 m x 3.50 m, y dos tuberías de 0.13 m de diámetro que se dirigen a la arqueta, la cual distribuye el agua tratada hacia la cámara de filtración.

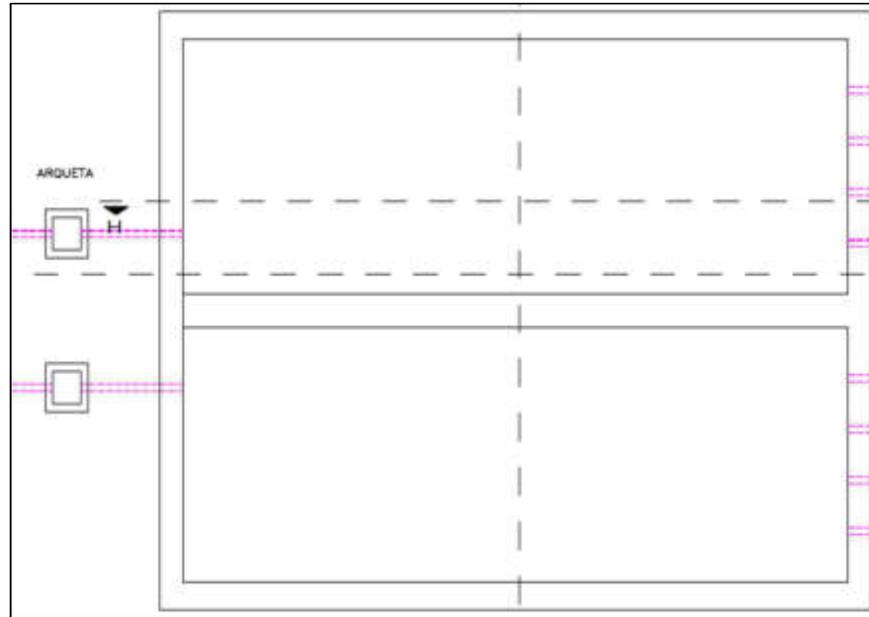


Figura 72. Vista en planta de la cámara de filtración
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 73 (extraída del Anexo 23) se aprecia la vista en planta de la cámara de filtración, donde el proceso de tratamiento culmina, ya que el medio filtrante es una capa al fondo de la cámara conformada por piedra chancada, arena gruesa y arena fina, con 8 tuberías en total de 0.13 m de diámetro. Se coloca 2 telas filtrantes entre cada capa de arena donde los microorganismos se estabilizan, así facilitan el filtrado.

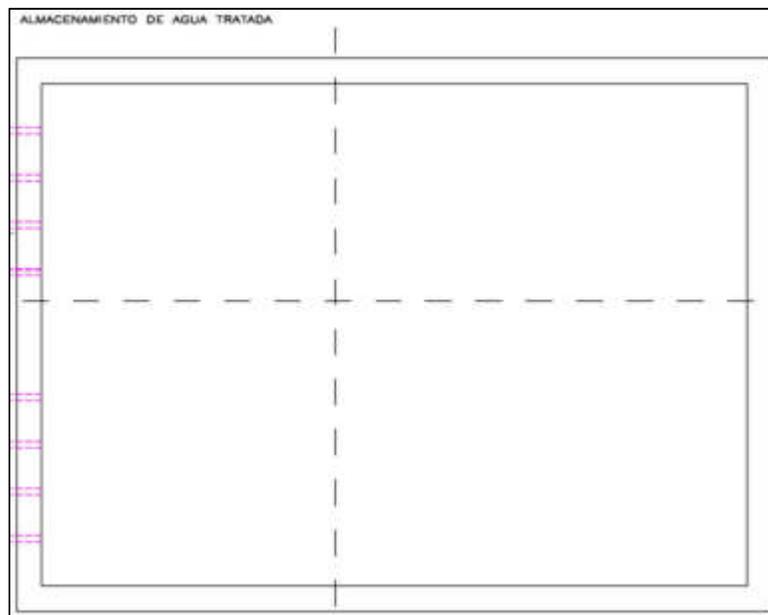


Figura 73. Vista en planta de la cisterna de almacenamiento
Fuente: Elaborado por los autores

En la Figura 74 (extraída del Anexo 23) se presenta la cisterna de almacenamiento con el agua tratada, la cual será reutilizada para las viviendas del proyecto urbanístico en los aparatos sanitarios identificados, así como en tareas domésticas (limpieza de pisos y lavado de autos). Tiene un caudal admisible de 492.48 m³/s.

4.2.3.4 Diseño del tanque elevado

Los parámetros de diseño del tanque elevado fueron tomados de las «Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable» de la Organización Panamericana de la Salud (2005).

Del mismo modo, se siguieron las especificaciones técnicas de las normas OS.030 (Anexo 8) y OS.080 (Anexo 11).

Tabla 20. Cálculo del volumen de almacenamiento

DESCRIPCIÓN	VALOR	UND
volumen de regulación	496583.998	lts
	496.583998	m ³
volumen regulación	124.146	m ³
volumen contra incendios	50	m ³
volumen de reserva	48.4169398	m ³
volumen total de almacenamiento	223	m³

Fuente: Elaborado por los autores. Datos de Norma OS.030

En la Tabla 19 se lee que volumen total de almacenamiento que dispondrá el tanque será de 223 m³, lo cual es necesario debido a que 39 % es la capacidad para abastecer a los aparatos sanitarios, según la norma, destinado netamente a uso de viviendas.

Tabla 21. Dimensionamiento del tanque elevado

Medidas proyectadas	VALOR	UND
RADIO DEL ALMACENAMIENTO	3.5	m
ALTURA DEL ALMACENAMIENTO	3	m

Fuente: Elaborado por los autores. Datos de Norma OS.060

En la Tabla 20 se presenta el dimensionamiento del tanque elevado, el cual tiene un radio de almacenamiento de 3.5 m y una altura de 3 m.

Tabla 22. Condiciones de diseño para el tanque elevado

Item	DESCRIPCIÓN	VALOR	UND
QmaxD	CAUDAL MÁXIMO DIARIO	7.4	lts
k1	COEFICIENTE CAUDAL MÁXIMO DIARIO	1.3	S/U
k2	COEFICIENTE CAUDAL MÁXIMO HORARIO	1.8	S/U
k3	CAUDAL MÍNIMO HORARIO	0.5	S/U
N	NÚMERO DE HORAS DE BOMBEO	12	hr
Qb	ESTACIÓN DE BOMBEO	14.8	m3/s
Qmax	PARA RED DE DISTRIBUCIÓN	13.32	m3/s
Qm	ESTIMACIÓN DEL GASTO MEDIO FUTURO	5.75	lts/s
Qmaxd	ESTIMACIÓN DEL GASTO MÁXIMO DIARIO	7.47	lts/s
Qmaxh	ESTIMACIÓN DEL GASTO MÁXIMO HORARIO	10.35	lts/s
Qi	DETERMINACIÓN DEL GASTO DE INCENDIOS	26.3455	lts/s
J	PÉRDIDA DE CARGA	55.9799782	m
L	LONGITUD DE TUBERÍA EN M	3436.16	m
Q	CAUDAL LTS/S	7.47	Lts/s
C	COEFICIENTE DEPENDIENTE(PVC)	140	s/u
Hb	ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (M)	58.4799782	m
Nb	EFICIENCIA DEL SISTEMA DE BOMBEO	70%	%
Øsuc	DIÁMETRO INTERNO DE TUBERÍA DE SUCCIÓN(M)	0.14470138	m
Pb	POTENCIA DE LA BOMBA Y DEL MOTOR(HP)	16.2688661	HP
Vs	VELOCIDAD DE SUCCIÓN (M/S)	0.9	m/s
Øimp	DIÁMETRO INTERNO DE IMPULSIÓN(M)	0.1329893	m
Vimp	VELOCIDAD DE IMPULSIÓN (M/S)	0.65	m/s
Qtotal requerido	CAUDAL PARA ABASTECER LOS APARATOS SANITARIOS (LTS/D)	994704	Lts/D
Ødes	DIÁMETRO MIN REQUERIDO DE DESCARGA (M)	0.05414588	m
Vmax	VELOCIDAD MÁXIMA DOMICILIARIA	5	m/s

Fuente: Elaborado por los autores. Datos de Norma OS.030

En la Tabla 21 se presentan los lineamientos a seguir para diseñar el tanque, respecto a caudal máximo diario, estimación del gasto, longitud y diámetros de tuberías, velocidades de succión, impulsión y domiciliaria, entre otros.

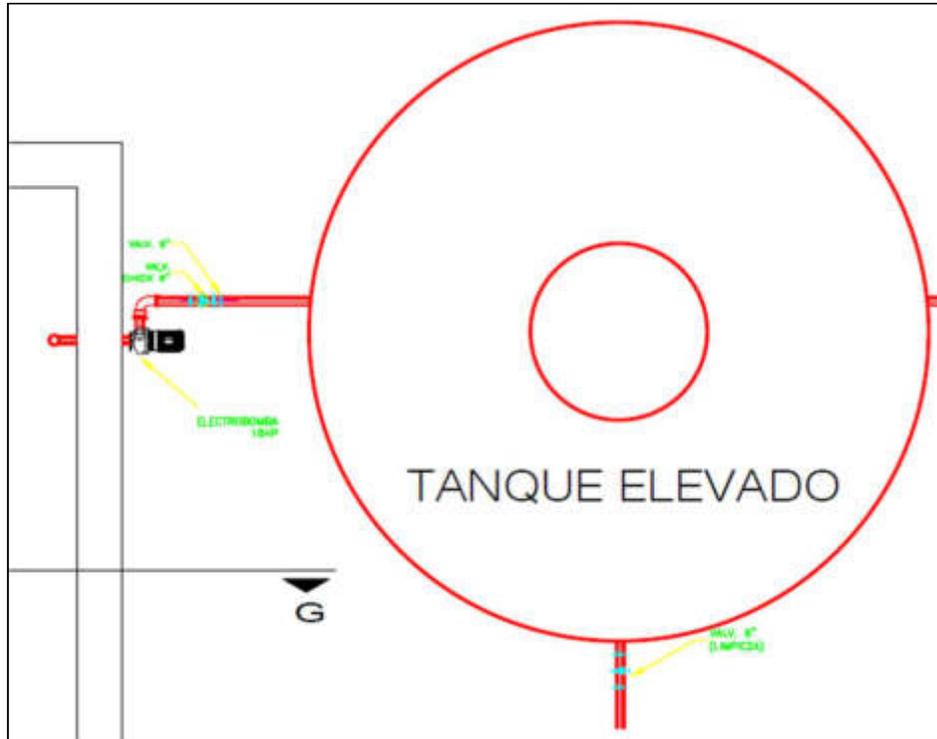


Figura 74. Vista en planta del tanque elevado
Fuente: Elaborado por los autores

En la parte final del diseño de la planta de tratamiento es necesario contar con un tanque elevado (Figura 75), el cual será el reservorio del agua tratada para luego ser distribuida a las viviendas, a través de las líneas de conducción, con el fin de reutilizarla en las actividades domésticas. Ver plano completo en el Anexo 23.

El agua tratada almacenada es impulsada con una electrobomba (18HP) hacia el tanque. El diseño contempla una válvula de limpieza de 6”.

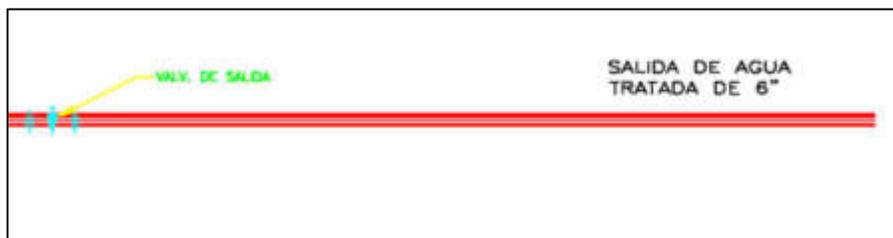


Figura 75. Vista en planta de salida de agua del tanque
Fuente: Elaborado por los autores

La válvula de salida del agua tratada, que se aprecia en la Figura 76, se considera de 6” de diámetro, de acuerdo con la norma.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

4.1 Análisis e interpretación de la investigación

Al realizar todos los cálculos de acuerdo con las normas técnicas para diseñar un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales se obtienen los resultados finales, producto de las unidades de descarga de los aparatos sanitarios para las aguas grises y de los reportes de las precipitaciones para el agua de lluvia. Los resultados obtenidos son presentados, a continuación:

1. Reducción del gasto de agua potable

Tabla 23. Dotación de gasto de aparatos sanitarios

DOTACIÓN TOTAL (LTS/D)	252440124.6	100%
DOTACIÓN DE GASTO DE APARATOS SANITARIOS (LTS/D)	994704	39%

Fuente: Elaborado por los autores

Se obtiene como resultado de las aguas residuales tratadas y que fueron reutilizadas en las viviendas una reducción de 39 % del gasto de agua potable.

2. Volumen de aguas grises

De conformidad con la Tabla 7 (capítulo IV), donde se analiza las unidades de descarga de los aparatos sanitarios, y se obtiene un volumen

total de 994.704 m³/día; esa cifra viene a ser la cantidad de agua gris que se dispone para el diseño del sistema.

3. Volumen de aguas pluviales (Reporte de precipitaciones del SENAHMI):

Tabla 24. Caudal máximo de lluvia

	LTS/S
CAUDAL DE LLUVIA MAX	3.392915
CAUDAL MAX DIARIO DOTACIÓN	7.50

Fuente: SENAMHMI (2018)

Luego de analizar los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas del SENAHMI de los últimos 3 años para el cálculo del promedio anual, se considera como dato al mayor de ellos. Para ello, se utilizó el método racional, acorde con la norma OS.060, en el cual se trabajó datos de intensidad pluvial, coeficiente de escorrentía y el área de la cuenca.

Por lo tanto, se tiene como resultado un volumen de 7.50 L/S de agua de lluvia, que se dispone para el diseño del sistema.

4. Volumen de agua potable que se ahorra

Según los datos obtenidos en la Tabla 7 (capítulo IV) y la Tabla 19 del presente capítulo, se obtiene como resultado que al conseguirse una reducción del gasto total de 39 % con la reutilización de las aguas residuales; por lo tanto, la contribución a la dotación diaria genera un ahorro también del 39 % de agua potable en las viviendas.

5. Planta de Tratamiento (Norma OS.060)

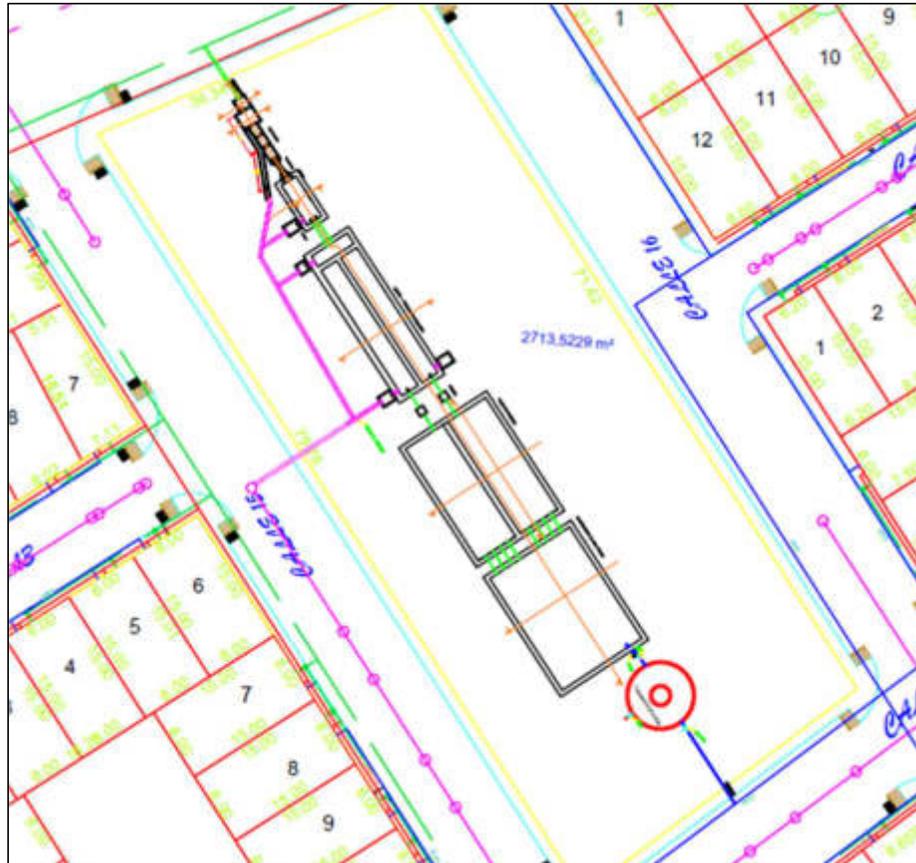


Figura 76. Vista de planta de la PTAR
Fuente: Elaborado por los autores

Siguiendo los parámetros de la norma OS.060, se diseña la Planta de tratamiento, la cual tiene una dimensión de 2713.5229 m². La Figura 77 (extraído del Anexo 20) muestra un fragmento del plano de planta del proyecto urbanístico, donde se ubica la planta de tratamiento.

Los cálculos para el diseño de la planta de tratamiento de muestran en el Capítulo IV, siguiendo los parámetros del Anexo 12.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

6.1 Contraste con las hipótesis

6.1.1 Hipótesis general

a) Hipótesis alterna (Ha)

El diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales permite reducir el gasto indiscriminado de agua potable hasta un 30 % en un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque.

b) Hipótesis nula (Ho)

El diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales no permite reducir el gasto indiscriminado de agua potable hasta un 30 % en un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque.

Conforme con los resultados mostrados en el capítulo V, numeral 1, se superan las expectativas trazadas al inicio de la investigación, lo que conlleva una reducción del gasto de agua potable en un 39 %.

Por lo tanto, se concluye que la hipótesis general es válida.

6.1.2 Hipótesis específicas

a) Hipótesis alterna (Ha1)

El volumen de aguas grises que se determina para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque permitirá diseñar la red de agua gris.

b) Hipótesis nula (Ho1)

El volumen de aguas grises que se determina para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque no permitirá diseñar la red de agua gris.

De conformidad con los resultados del capítulo V, numeral 2, se concluye que el volumen de agua gris se logra determinar por medio del análisis de las unidades de descarga.

Por lo tanto, la hipótesis alterna 1 es válida.

c) Hipótesis alterna (Ha2)

El volumen de aguas pluviales que se determina para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque permitirá diseñar el drenaje pluvial.

d) Hipótesis nula (Ho2)

El volumen de aguas pluviales que se determina para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque no permitirá diseñar el drenaje pluvial.

Conforme con los resultados mostrados en el capítulo V, se concluye que el agua pluvial se logra determinar a partir del análisis de los reportes de precipitaciones del SENAHMI.

Por lo tanto, se concluye que la hipótesis alterna 2 es válida.

e) Hipótesis alterna (Ha3)

El volumen de agua potable que se calcula para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque permitirá deducir el ahorro de agua.

f) Hipótesis nula (Ho3)

El volumen de agua potable que se calcula para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque no permitirá deducir el ahorro de agua.

Conforme con los resultados obtenidos en el capítulo V, se determina que el volumen de agua potable que se ahorra alcanza un 39 % y se determina por el cálculo de la dotación diaria, de acuerdo con la norma IS.010. Así se deduce que el aporte directo de las aguas grises es en igual cantidad que el ahorro de agua.

Por lo tanto, se concluye que la hipótesis alterna 3 es válida.

e) Hipótesis alterna (Ha4)

El diseño de la Planta de Tratamiento que se determina para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque permitirá desarrollar la red de distribución.

f) Hipótesis nula (Ho4)

El diseño de la Planta de Tratamiento que se determina para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque no permitirá desarrollar la red de distribución.

De conformidad con los resultados obtenidos en el capítulo V, se logra determinar que según los parámetros de las normas OS.080 y OS.090 se puede diseñar la planta de tratamiento de aguas residuales, tanto para las dimensiones, tuberías, caudales, electrobomba, unidades de tratamiento y almacenamiento.

Por lo tanto, se concluye que la hipótesis alterna 4 es válida.

6.2 Contraste con los antecedentes

De acuerdo con los antecedentes expuestos en el capítulo II del presente trabajo, se hallan similitudes respecto de los objetivos conseguidos, los cuales se muestran a continuación:

1. Rojas (2014) presenta su investigación para una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo, Perú donde se reutilizan las aguas grises como recurso a las necesidades domésticas. El autor llega a demostrar que las

aguas grises, producto del funcionamiento de aparatos sanitarios, pueden reducir el gasto de agua potable hasta un 40 %.

La hipótesis de esta investigación es válida, puesto que en la presente tesis se concluye que puede reducirse en 39 % el gasto indiscriminado de agua potable.

2. Bermejo (2012) demuestra en su tesis que puede reducirse el consumo de agua al interior de las viviendas a más de 30 % al utilizar sistemas mixtos de reúso de aguas grises y pluviales. En las aguas grises se recolecta de los aparatos sanitarios sumado el de la lavadora y en el agua de lluvia se utilizan canaletas en el techo.

La hipótesis de esta investigación es válida, puesto que en la presente investigación se logra superar las proyecciones iniciales superando el 30 % de reducción de gasto previsto. Tal y como se muestra en los resultados del capítulo V.

En estos dos antecedentes se demuestra la hipótesis general de la presente investigación, esto es que se puede conseguir hasta un 30 % de reducción del gasto indiscriminado de agua potable en las viviendas si se reutilizan las aguas grises y pluviales con un adecuado tratamiento. Además, se llegó a superar lo proyectado al inicio de la investigación al conseguir una reducción óptima del 39 % del gasto.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que el porcentaje de reducción del gasto indiscriminado de agua potable en las viviendas llegó a alcanzar un 39 %, tal y como se indica en la Tabla 20.
2. Se deduce y se concluye que el volumen de aguas grises que se dispone para el diseño del sistema resulta 994.704 m³/día, al analizar las unidades de descarga de los aparatos sanitarios, tal y como se indica en la Tabla 7. Ello permitió diseñar la Red de agua potable, como se aprecia en los Anexos 21 y 22.
3. Se deduce y se concluye que el volumen de aguas pluviales que se dispone para el diseño del sistema resulta 7.50 l/s, al analizar los reportes de precipitaciones del SENAHMI, tal y como se indica en la Tabla 21. Esto permitió diseñar el drenaje pluvial, como se aprecia en el Anexo 24.
4. Se deduce y se concluye que el volumen de agua potable que se calcula resulta en la misma proporción que la reducción del gasto de agua. Se obtiene un ahorro de agua potable directo de 39 %, el cual es como aporte a la dotación diaria, tal y como se indica en las Tablas 7 y 19.
5. Se deduce y se concluye que el diseño de la planta de tratamiento se determina, según las especificaciones técnicas de las Normas OS.080 y OS.090, tal y como se desarrolla en Tabla 10 hasta la Tabla 19. Lo anterior permitió desarrollar la red de distribución.

6. El diseño de la planta de tratamiento de aguas grises y aguas pluviales que se propone cumple todos los estándares de calidad: «Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales, Subcategoría: Agua para riego restringido» normado por el D.S. N° 004-2017-MINAM, acorde con los parámetros de la OMS. (Anexo 6).

7. El diseño del tanque elevado cumple con las normas de diseño de obras de saneamiento del RNE y la Organización Panamericana de la Salud.

RECOMENDACIONES

1. Promover la implementación de esta tecnología no solo en edificios multifamiliares, de oficinas, urbanizaciones de vivienda; sino, en hospitales, colegios, instituciones del sector público y privado, universidades, etc. Esto contribuirá con el cuidado del medio ambiente y representará un freno al estrés hídrico.
2. Evaluar la posibilidad de reutilizar las aguas tratadas que se emplean para las actividades de limpieza (limpieza de pisos y lavado de autos).
3. Evaluar la necesidad de realizar un tratamiento diferenciado para las aguas pluviales, ya que estas no son aguas reutilizadas sino aprovechadas directamente por medio de sumideros.
4. Integrar a los usuarios para el funcionamiento correcto del sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales, lo cual permite crear conciencia del ahorro de agua.
5. Evaluar la posibilidad de incluir en el diseño de la planta de tratamiento un sistema de cloración, lo cual permitiría proponer un sistema de distribución diferenciado para aguas tratadas que serían para consumo humano y otras para actividades domésticas.
6. Difundir esta investigación a empresas privadas y entidades públicas para compartir información académica que sirva de sustento a proyectos futuros.
7. Capacitar y especializar a los operarios del sistema, contando con todos los manuales de operaciones para posibles eventualidades técnicas que se puedan suscitar en el sistema de reúso.

8. Considerar reportes de precipitaciones de 5 a 10 años de antigüedad para efectos del cálculo del agua de lluvia con la finalidad de mejorar la precisión del análisis.
9. Considerar la realización de encuestas a diferentes familias de la zona con el fin de conseguir datos más precisos sobre el número de veces que se utilizan los aparatos sanitarios en el hogar, lo cual servirá positivamente al proyectista.
10. Considerar, para efectos de una futura implementación de la investigación, realizar un análisis costo-beneficio.
11. Se recomienda considerar una pendiente adecuada al diseño del pavimento con el objetivo de optimizar la captación de agua pluvial, al ser por gravedad.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Ambientum (s.f.) La molécula de agua. Recuperado de https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/La_molecula_del_agua.asp

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-origen-composicion-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-y-beneficios-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>

Autoridad Nacional del Agua (s.f.). El agua en cifras. ANA Recuperado de <https://www.ana.gob.pe/contenido/el-agua-en-cifras>

Bermejo, D. (2012). *Reutilización de aguas residuales domésticas. Estudio y comparativa de tipologías edificatorias: depuradoras naturales como alternativa sostenible* (tesis de maestría). Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/29576/1/MEMORIA_TFM_sep_2012_David_Bermejo.pdf

Beteta, A. (2011). *Estudio de aguas residuales para una población de más de 100.000 habitantes equivalente* (tesis de especialización). Recuperado de

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13058/Mem%C3%B2ria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Centro Virtual de Información del Agua (2017). ¿Qué es el agua? Recuperado de <https://agua.org.mx/que-es/>

Construmatica (2019). Clasificación de los suministros de agua. Recuperado de

https://www.construmatica.com/construpedia/Instalaciones._Fontaner%C3%Ada_y_Saneamiento._Calculo_de_Instalaciones,_Protecciones_Contra_Incendios_y_Preveni%C3%B3n_de_Aver%C3%Adas_por_Corrosi%C3%B3n:_Clasificaci%C3%B3n_de_Los_Suministros_de_Agua.

Diario Correo (30 mayo de 2017). Lambayeque sufre por falta de agua pese a inversión de s/ 1500 millones en obras. *Diario Correo*. Recuperado de <https://diariocorreo.pe/edicion/lambayeque/lambayeque-sufre-por-falta-de-agua-pese-a-inversion-de-s-1-500-millones-en-obras-752803/>

Diario Correo (24 de marzo de 2019). Conoce los países con más riesgo de quedarse sin agua. *Diario Correo*. Recuperado de <https://diariocorreo.pe/edicion/lima/peru-estres-hidrico-falta-agua-lima-877593/>

Díaz, J. & Ramírez, L. (2016). *Diseño de un sistema de tratamiento y reutilización del agua de la lavadora aplicado a los hogares de Bogotá D.C.* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3140/1/D%C3%ADazOviedoJhonJairo2016.pdf>

Fernandez, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química viva*, 11 (3) ,147-170. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>

Franco, M. (2007). *Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación al caso en Chile* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104596>

- Gustavo, M. (2014). *Propuesta de reutilización de las aguas residuales vertidas al estuario de Bahía Blanca* (tesis de maestría) Recuperado de <http://ria.utn.edu.ar/xmlui/handle/20.500.12272/2741>
- Iagua (2019). Tratamiento de aguas grises. Recuperado de <https://www.iagua.es/blogs/cristina-asenjo-lopez/tratamiento-aguas-grises>
- INEI (2017). *Perú: Perfil sociodemográfico- Informe nacional*. Recuperado de www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digiales/Est/Lib1539/libro.pdf
- INEI (2018). *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento básico*. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_y_saneamiento.pdf
- INEI (2019). *Biblioteca virtual*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/formas-de-acceso-al-agua-y-saneamiento-basico-9343/2019/1/>
- Isla de Juana, R. (2005). *Proyectos de plantas de tratamiento de aguas*. Madrid, España: Bellisco Ediciones.
- Llanos, G. (2012). *Propuesta de instalación hidráulica sanitaria para la reutilización de aguas grises y aprovechamiento de agua pluvial en unidades habitacionales ubicadas en la ciudad de México* (tesis de maestría). Recuperado de <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/5252>
- Loza, P. (2017). *Diseño de un sistema de reciclado de aguas grises y su aprovechamiento para un desarrollo sostenible en una vivienda multifamiliar de doce pisos en la ciudad de Tacna, 2017* (tesis de pregrado) Recuperado de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPTI_6976f84ea89c4c0013a59aa460c2803c

- Madueño, L., Meza, M. & Rashta, C. (2017). Tratamiento y Reúso de Aguas Grises Mediante un Filtro Lento de Arena. *Revista TECNIA*, 28(1), 81-85. Recuperado de <http://revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnica/article/view/190>
- Ministerio de Salud de Colombia (2015). *ABECÉ del agua y saneamiento básico*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/P/SA/abc-agua.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones. Decreto Supremo 011-2006-VIVIENDA*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción, Saneamiento.
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Decreto Supremo 004-2017-MINAM*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Naciones Unidas (s.f.). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Norma Técnica Peruana (2009) NTP 399.012:1974. *Colores de identificación de tuberías para transporte de fluidos en estado gaseoso o líquido en instalaciones terrestres y en naves*. Lima, Indecopi.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Recuperado de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- Organización Panamericana de la Salud (2005). Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable. Recuperado de http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/023_Diseño_estaciones_bombeo/Dise%C3%B1o%20estaciones_bombeo.pdf
- Pérez, J. (2008). Definición de sistema. Recuperado de <https://definicion.de/sistema/>

Programa Mundial de Evaluación de los Recursos de la UNESCO (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. Recuperado de <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>

Rojas, R. (2014). *Sistema de reutilización de aguas grises en una vivienda de la ciudad de Huancayo* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/363>

Romero, J. (2008). *Tratamiento de aguas residuales*. Bogotá, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Rpp Noticias (02 de marzo de 2017). Peruanos pagan hasta diez veces más por agua potable. Recuperado de <https://rpp.pe/politica/estado/peruanos-pagan-hasta-diez-veces-mas-por-agua-potable-noticia-1034466>

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (agosto de 2019). Consejos para el cuidado del agua. Recuperado de http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=70c6ff22-712a-437e-9913-e3bee2ed7fcb&groupId=29544

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2018). Escenarios de lluvia verano 2019. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=prensa&n=861>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (marzo de 2019). Estaciones convencionales con recepción de datos. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>.

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2004). *La calidad de agua potable en el Perú*. Recuperado de https://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/agua_potable.pdf

Soto, W. (2012). *Sistemas de tratamiento de aguas grises domésticas, como una alternativa para la seguridad hídrica de Tijuana* (tesis de maestría) Recuperado de

http://www.lareferencia.info/vufind/Record/MX_1a24f95e781a5e5e635d2d783353bedc

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2004). *La calidad del agua potable en el Perú*. Recuperado de https://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/agua_potable.pdf.

Unicef & Organización Mundial de la Salud (2019). Avances en Agua potable, saneamiento e higiene: especial atención a las desigualdades, 2000 – 2017. Recuperado de <https://www.unicef.org/nicaragua/informes/avances-en-agua-potable-saneamiento-e-higiene-especial-atenci%C3%B3n-las-desigualdades-2000>.

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1: Matriz de consistencia	99
Anexo 2: Caudales mínimos en aparatos sanitarios	100
Anexo 3: Norma técnica peruana 399.012	101
Anexo 4: Datos para la eliminación de arenas	102
Anexo 5: Datos de precipitaciones del SENAHMI	103
Anexo 6: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM	104
Anexo 7: Norma OS.010	106
Anexo 8: Norma OS.030	108
Anexo 9: Norma OS.060	111
Anexo 10: Norma OS.070	113
Anexo 11: Norma OS.080	116
Anexo 12: Norma OS.090	117
Anexo 13: Norma OS.100	121
Anexo 14: Tramos de conducción de aguas residuales	124
Anexo 15: Ramales de conducción por tramo	125
Anexo 16: Cuestionarios realizados a ingenieros expertos en materia de agua y saneamiento	126
Anexo 17: Diagrama de Ishikawa o de Causa - Efecto	140
Anexo 18: Plano de ubicación	141
Anexo 19: Plano topográfico	142
Anexo 20: Plano de planta general	143
Anexo 21: Plano de red de agua potable	144
Anexo 22: Plano de red de desagüe	145
Anexo 23: Plano de planta de tratamiento	146
Anexo 24: Plano de corte domiciliario y sumidero	147

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 2
CAUDALES MINIMOS EN APARATOS SANITARIOS (NIA)

APARATO SANITARIO	CAUDAL MÍNIMO INSTANTÁNEO
LAVABO	0,1 l/seg
BIDÉ	0,1 l/seg
SANITARIO CON DEPÓSITO O INODORO	0,1 l/seg
BAÑERA	0,30 l/seg
DUCHA	0,20 l/seg
FREGADERO	0,20 l/seg
"OFFICE" O PEQUEÑO FREGADERO	0,15 l/seg
LAVADERO	0,20 l/seg
LAVAVAJILLAS	0,20 l/seg
LAVADORA	0,20 l/seg
LAVAPLATOS	0,20 l/seg
FLUXORES	1,25 a 2 l/seg

ANEXO 3

NORMA TÉCNICA PERUANA 399.012

“COLORES DE IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS PARA TRANSPORTE DE FLUIDOS EN ESTADO GASEOSO O LÍQUIDO EN INSTALACIONES TERRESTRES Y EN NAVES”

NORMA TÉCNICA PERUANA		NTP 399.012 2 de 4
3.1.2	Color de identificación básica e indicaciones codificadas.	
4.	COLORES DE IDENTIFICACION BASICOS	
4.1	Los colores identificados básicos y su significado son los siguientes:	
	Rojo	: Contra-incendio
	Verde	: Agua
	Gris	: Vapor de agua
	Aluminio	: Petróleo y derivados
	Marrón	: Aceites vegetales y animales
	Amarillo ocre	: Gases, tanto en estado gaseoso colicuidados
	Violeta	: Ácidos y álcalis
	Azul claro	: Aire
	Blanco	: Sustancias alimenticias
4.2	Código de colores:	
COLOR	CODIGO ITINTEC	
Verde	ITINTEC S7	
Gris	ITINTEC S14	
Aluminio	ITINTEC S15	
Marrón	ITINTEC S5	
Amarillo – ocre	ITINTEC S3	
Violeta	ITINTEC S11	
Azul claro	ITINTEC S10	
Blanco	ITINTEC S12	
Rojo	ITINTEC S1	
Negro	ITINTEC S13	

ANEXO 4

DATOS PARA LA ELIMINACIÓN DE ARENAS, SEGÚN METCALF & EDDY (2016)

Elemento	Valor	
	Intervalo	Típico
Tiempo de retención	2 – 5 min	3 min
Profundidad	2 – 5 m	
Longitud	7,5 – 20 m	
Anchura	2,5 – 7 m	
Relación anchura-profundidad	1:1 a 5:1	1,5 : 1
Relación longitud-anchura	3:1 a 5:1	4 : 1
Suministro de aire	0,18 – 0,45 m ³ O ₂ /min m	
Cantidad de arena	4 – 195 cm ³ /m ³	15 cm ³ /m ³

ANEXO 5

DATOS DE PRECIPITACIONES DEL SENAHMI

MES/AÑO	PROMEDIOS MENSUALES(mm/día)
Ene-17	0.05483871
Feb-17	2.482142857
Mar-17	0
Abr-17	0
May-17	0.641935484
Jun-17	0
Jul-17	0
Ago-17	0
Set-17	0.18
Oct-17	0
Nov-17	0
Dic-17	0
	0.279909754

MES/AÑO	PROMEDIOS MENSUALES (mm/día)
Ene-18	0.158064516
Feb-18	0
Mar-18	0.106451613
Abr-18	0.076666667
May-18	0.016129032
Jun-18	0
Jul-18	0
Ago-18	0
Set-18	0
Oct-18	0.016129032
Nov-18	0.033333333
Dic-18	0.174193548
	0.048413978

MES/AÑO	PROMEDIOS MENSUALES(mm/día)
Ene-19	0
Feb-19	0.703571429
Mar-19	0.1
Abr-19	0.053333333
May-19	0.003225806
Jun-19	0
Jul-19	0.009677419
Ago-19	0
Set-19	0
Oct-19	0.03
	0.089980799

ANEXO 6

DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

“ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA”

10	NORMAS LEGALES	Miércoles 7 de junio de 2017 / El Peruano
Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias	publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo; De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;	
DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM	DECRETA:	
EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA	Artículo 1.- Objeto de la norma	
CONSIDERANDO:	La presente norma tiene por objeto cumplir las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.	
Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;	Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua	
Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;	Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.	
Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;	Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:	
Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;	3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional	
Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;	a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	
Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;	Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:	
Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;	- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	
Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;	Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.	
Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;	- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	
Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;	Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.	
Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,	- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	
	Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.	
	b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación	
	Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente.	

- B1. Contacto primario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

- B2. Contacto secundario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales**a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de los factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinoa); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón); y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

- Ríos de la costa y sierra

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

- Ríos de la selva

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas melándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos**- Estuarios**

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

- Marinos

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precítese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermiales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua, que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

ANEXO 7

NORMA OS.010

El Peruano Jueves 8 de junio de 2006	NORMAS LEGALES	320503
	<p>tudios que aseguren la calidad y cantidad que requiere el sistema, entre los que incluyan: identificación de fuentes alternativas, ubicación geográfica, topografía, rendimientos mínimos, variaciones anuales, análisis físico químicos, vulnerabilidad y microbiológicos y otros estudios que sean necesarios.</p> <p>La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el período de diseño.</p> <p>La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Legislación vigente en el País.</p> <p>4. CAPTACIÓN</p> <p>El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación.</p> <p>Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:</p> <p>4.1. AGUAS SUPERFICIALES</p> <p>a) Las obras de toma que se ejecuten en los cursos de aguas superficiales, en lo posible no deberán modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles mínimos de agua en períodos de estiaje.</p> <p>b) Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como de un sistema de regulación y control. El exceso de captación deberá retomar al curso original.</p> <p>c) La toma deberá ubicarse de tal manera que las variaciones de nivel no alteren el funcionamiento normal de la captación.</p> <p>4.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS</p> <p>El uso de las aguas subterráneas se determinará mediante un estudio a través del cual se evaluará la disponibilidad del recurso de agua en cantidad, calidad y oportunidad para el fin requerido.</p> <p>4.2.1. Pozos Profundos</p> <p>a) Los pozos deberán ser perforados previa autorización de los organismos competentes del Ministerio de Agricultura, en concordancia con la Ley General de Aguas vigente. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.</p> <p>b) La ubicación de los pozos y su diseño preliminar serán determinados como resultado del correspondiente estudio hidrogeológico específico a nivel de diseño de obra. En la ubicación no sólo se considerará las mejores condiciones hidrogeológicas del acuífero sino también el suficiente distanciamiento que debe existir con relación a otros pozos vecinos existentes y/o proyectados para evitar problemas de interferencias.</p> <p>c) El menor diámetro del forro de los pozos deberá ser por lo menos de 8 cm mayor que el diámetro exterior de los impulsores de la bomba por instalarse.</p> <p>d) Durante la perforación del pozo se determinará su diseño definitivo, sobre la base de los resultados del estudio de las muestras del terreno extraído durante la perforación y los correspondientes registros geofísicos. El ajuste del diseño se refiere sobre todo a la profundidad final de la perforación, localización y longitud de los filtros.</p> <p>e) Los filtros serán diseñados considerando el caudal de bombeo; la granulometría y espesor de los estratos; velocidad de entrada, así como la calidad de las aguas.</p> <p>f) La construcción de los pozos se hará en forma tal que se evite el arenamiento de ellos, y se obtenga un óptimo rendimiento a una alta eficiencia hidráulica, lo que se conseguirá con uno o varios métodos de desarrollo.</p> <p>g) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable durante 72 horas continuas como mínimo, con la finalidad de determinar el caudal explotable y las condiciones para su equipamiento. Los resultados de la prueba deberán ser expresados en gráficos que relacionen la depresión con los caudales, indicándose el tiempo de bombeo.</p> <p>h) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.</p> <p>4.2.2. Pozos Excavados</p> <p>a) Salvo el caso de pozos excavados para uso doméstico unifamiliar, todos los demás deben perforarse previa</p>	
II.3. OBRAS DE SANEAMIENTO		
NORMA OS.010		
CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO		
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Fijar las condiciones para la elaboración de los proyectos de captación y conducción de agua para consumo humano.</p> <p>2. ALCANCES</p> <p>Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de captación y conducción de agua para consumo humano, en localidades mayores de 2000 habitantes.</p> <p>3. FUENTE</p> <p>A fin de definir la o las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, se deberán realizar los es-</p>		

autorización del Ministerio de Agricultura. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.

b) El diámetro de excavación será aquel que permita realizar las operaciones de excavación y revestimiento del pozo, señalándose a manera de referencia 1,50 m.

c) La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.

d) El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos ciego de concreto del tipo deslizante o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.

e) En la construcción del pozo se deberá considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.

f) El motor de la bomba puede estar instalado en la superficie del terreno o en una plataforma en el interior del pozo, debiéndose considerar en este último caso las medidas de seguridad para evitar la contaminación del agua.

g) Los pozos deberán contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes personales. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0,50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.

h) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento, para determinar su caudal de explotación y las características técnicas de su equipamiento.

i) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

4.2.3. Galerías Filtrantes

a) Las galerías filtrantes serán diseñadas previo estudio, de acuerdo a la ubicación del nivel de la napa, rendimiento del acuífero y al corte geológico obtenido mediante excavaciones de prueba.

b) La tubería a emplearse deberá colocarse con juntas no estancas y que asegure su alineamiento.

c) El área filtrante circundante a la tubería se formará con grava seleccionada y lavada, de granulometría y espesor adecuado a las características del terreno y a las perforaciones de la tubería.

d) Se proveerá cámaras de inspección espaciadas convenientemente en función del diámetro de la tubería, que permita una operación y mantenimiento adecuado.

e) La velocidad máxima en los conductos será de 0,60 m/s.

f) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.

g) Durante la construcción de las galerías y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y la conveniencia de utilización.

4.2.4. Manantiales

a) La estructura de captación se construirá para obtener el máximo rendimiento del afloramiento.

b) En el diseño de las estructuras de captación, deberán preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, rebose y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes.

c) Al inicio de la tubería de conducción se instalará su correspondiente canastilla.

d) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas.

e) Deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales.

5. CONDUCCIÓN

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento.

La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

5.1. CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

5.1.1. Canales

a) Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.

b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0,60 m/s.

c) Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.

5.1.2. Tuberías

a) Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.

b) La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0,60 m/s.

c) La velocidad máxima admisible será:

En los tubos de concreto	3 m/s
En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC	5 m/s

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

d) Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajan como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:

Asbesto-cemento y PVC	0,010
Hierro Fundido y concreto	0,015

Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.

e) Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

TABLA N°1

COEFICIENTES DE FRICCIÓN «C» EN LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS

TIPO DE TUBERÍA	«C»
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Poliéster, Asbesto Cemento	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

5.1.3. Accesorios

a) Válvulas de aire

En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2,0 km como máximo.

Si hubiera algún peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión).

El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.

b) Válvulas de purga

Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.

ANEXO 8
NORMA OS. 030

NORMA OS.030

ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1. ALCANCE

Esta Norma señala los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de almacenamiento y conservación de la calidad del agua para consumo humano.

2. FINALIDAD

Los sistemas de almacenamiento tienen como función suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas y en cantidad necesaria que permita compensar las variaciones de la demanda. Asimismo deberán contar con un volumen adicional para suministro en casos de emergencia como incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento.

3. ASPECTOS GENERALES

3.1. Determinación del volumen de almacenamiento

El volumen deberá determinarse con las curvas de variación de la demanda horaria de las zonas de abastecimiento ó de una población de características similares.

3.2. Ubicación

Los reservorios se deben ubicar en áreas libres. El proyecto deberá incluir un cerco que impida el libre acceso a las instalaciones.

3.3. Estudios Complementarios

Para el diseño de los reservorios de almacenamiento se deberá contar con información de la zona elegida, como fotografías aéreas, estudios de topografía, mecánica de suelos, variaciones de niveles freáticos, características químicas del suelo y otros que se considere necesario.

3.4. Vulnerabilidad

Los reservorios no deberán estar ubicados en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos ó otros riesgos que afecten su seguridad.

3.5. Caseta de Válvulas

Las válvulas, accesorios y los dispositivos de medición y control, deberán ir alojadas en casetas que permitan realizar las labores de operación y mantenimiento con facilidad.

3.6. Mantenimiento

Se debe prever que las labores de mantenimiento sean efectuadas sin causar interrupciones prolongadas del servicio. La instalación debe contar con un sistema de «by pass» entre la tubería de entrada y salida ó doble cámara de almacenamiento.

3.7. Seguridad Aérea

Los reservorios elevados en zonas cercanas a pistas de aterrizaje deberán cumplir las indicaciones sobre luces de señalización impartidas por la autoridad competente.

4. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

4.1. Volumen de Regulación

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda.

Cuando se compruebe la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

4.2. Volumen Contra Incendio

En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio:

- 50 m³ para áreas destinadas netamente a vivienda.
- Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el gráfico para agua contra incendio de sólidos del anexo 1, considerando un volumen aparente de incendio de 3000 metros cúbicos y el coeficiente de aplamiento respectivo.

Independientemente de este volumen los locales especiales (Comerciales, Industriales y otros) deberán tener su propio volumen de almacenamiento de agua contra incendio.

4.3. Volumen de Reserva

De ser el caso, deberá justificarse un volumen adicional de reserva.

5. RESERVIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES

5.1. Funcionamiento

Deberán ser diseñados como reservorio de cabecera. Su tamaño y forma responderá a la topografía y calidad del terreno, al volumen de almacenamiento, presiones necesarias y materiales de construcción a emplearse. La forma de los reservorios no debe representar estructuras de elevado costo.

5.2. Instalaciones

Los reservorios de agua deberán estar dotados de tuberías de entrada, salida, rebose y desagüe.

En las tuberías de entrada, salida y desagüe se instalará una válvula de interrupción ubicada convenientemente para su fácil operación y mantenimiento. Cualquier otra válvula especial requerida se instalará para las mismas condiciones.

Las bocas de las tuberías de entrada y salida deberán estar ubicadas en posición opuesta, para permitir la renovación permanente del agua en el reservorio.

La tubería de salida deberá tener como mínimo el diámetro correspondiente al caudal máximo horario de diseño.

La tubería de rebose deberá tener capacidad mayor al caudal máximo de entrada, debidamente sustentada.

El diámetro de la tubería de desagüe deberá permitir un tiempo de vaciado menor a 8 horas. Se deberá verificar que la red de alcantarillado receptora tenga la capacidad hidráulica para recibir este caudal.

El piso del reservorio deberá tener una pendiente hacia el punto de desagüe que permita evacuarlo completamente.

El sistema de ventilación deberá permitir la circulación del aire en el reservorio con una capacidad mayor que el caudal máximo de entrada ó salida de agua. Estará provisto de los dispositivos que eviten el ingreso de partículas, insectos y luz directa del sol.

Todo reservorio deberá contar con los dispositivos que permitan conocer los caudales de ingreso y de salida, y el nivel del agua en cualquier instante.

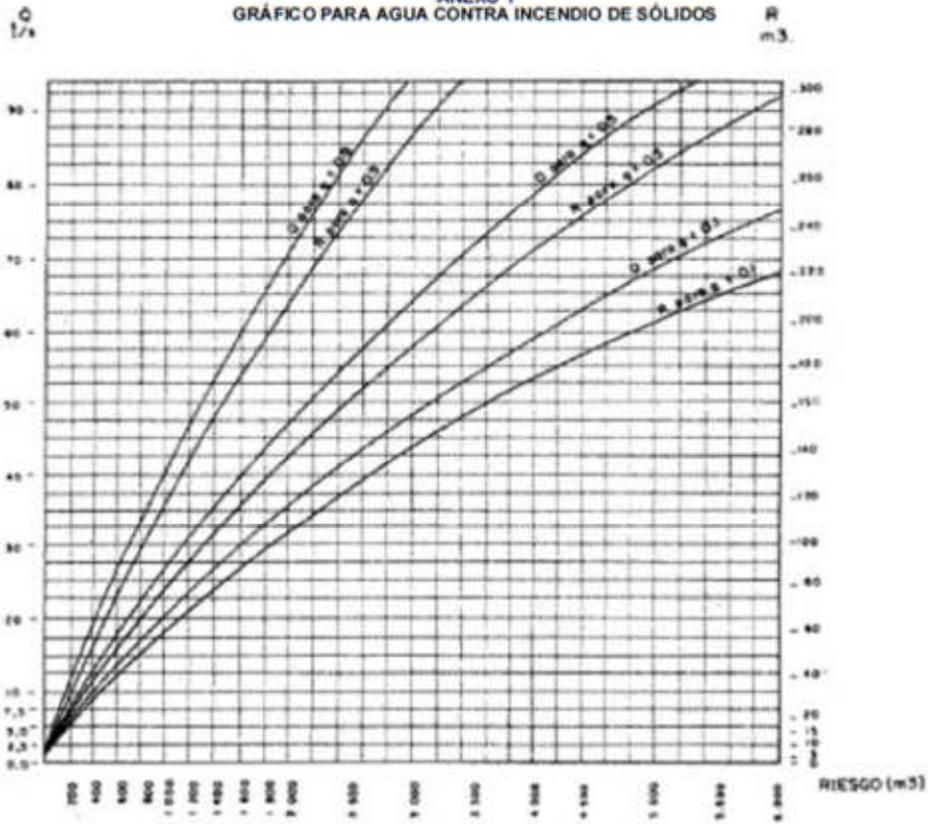
Los reservorios enterrados deberán contar con una cubierta impermeabilizante, con la pendiente necesaria que facilite el escurrimiento. Si se ha previsto jardines sobre la cubierta se deberá contar con drenaje que evite la acumulación de agua sobre la cubierta. Deben estar alejados de focos de contaminación, como pozas de percolación, letrinas, botaderos; o protegidos de los mismos. Las paredes y fondos estarán impermeabilizadas para evitar el ingreso de la napa y agua de riego de jardines.

La superficie interna de los reservorios será, lisa y resistente a la corrosión.

5.3. Accesorios

Los reservorios deberán estar provistos de tapa sanitaria, escaleras de acero inoxidable y cualquier otro dispositivo que contribuya a un mejor control y funcionamiento.

ANEXO 1
GRÁFICO PARA AGUA CONTRA INCENDIO DE SÓLIDOS



Q: Caudal de agua en l/s para extinguir el fuego
R: Volumen de agua en m³ necesarios para reserva
g: Factor de Apilamiento
g = 0.9 Compacto
g = 0.5 Medio
g = 0.1 Poco Compacto

R: Riesgo, volumen aparente del incendio en m³

ANEXO 9

NORMA OS.060

El Peruano
Jueves 8 de junio de 2006

NORMAS LEGALES

320525

NORMA OS.060

DRENAJE PLUVIAL URBANO

1. OBJETIVO

El objetivo de la presente norma, es establecer los criterios generales de diseño que permitan la elaboración de proyectos de Drenaje Pluvial Urbano que comprenden la recolección, transporte y evacuación a un cuerpo receptor de las aguas pluviales que se precipitan sobre un área urbana.

2. ALCANCE

Son responsables de la aplicación de la presente norma el Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado PRONAP, el Programa de Apoyo al Sector de Saneamiento Básico - PASSB, delegando su autoridad para el ejercicio de su función en donde corresponda, a sus respectivas Unidades Técnicas.

2.1. BASE LEGAL

Los proyectos de drenaje pluvial urbano referentes a la recolección, conducción y disposición final del agua de lluvias se regirán con sujeción a las siguientes disposiciones legales y reglamentarias.

- Normas Técnicas Peruanas NTP.
- Norma OS.100 Infraestructura Sanitaria para Poblaciones Urbanas y
- Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones
- Código Sanitario del Perú - D.L. 17505
- Ley General de Aguas y su Reglamento - D.L. 17752 del 24.07.90

2.2. Los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental, EIA a realizarse en la etapa de pre-inversión de un proyecto de drenaje pluvial urbano, deberán ajustarse a la reglamentación peruana, de no existir esta, se deberá seguir las recomendaciones establecidas por el Banco Interamericano de Desarrollo BID.

El BID clasifica a los proyectos de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en la categoría III, de acuerdo a la clasificación establecida por el «Manual de Procedimientos para Clasificar y Evaluar Impactos Ambientales en las Operaciones del Banco».

3. DEFINICIONES

3.1. **ALCANTARILLA.**- Conducto subterráneo para conducir agua de lluvia, aguas servidas o una combinación de ellas.

3.2. **ALCANTARILLADO PLUVIAL.**- Conjunto de alcantarillas que transportan aguas de lluvia.

3.3. **ALINEAMIENTO.**- Dirección en el plano horizontal que sigue el eje del conducto.

3.4. **BASE.**- Capa de suelo compactado, debajo de la superficie de rodadura de un pavimento.

3.5. **BERMA.**- Zona lateral pavimentada o no de las pistas o calzadas, utilizadas para realizar paradas de emergencia y no causar interrupción del tránsito en la vía.

3.6. **BOMBEO DE LA PISTA.**- Pendiente transversal contada a partir del eje de la pista con que termina una superficie de rodadura vehicular, se expresa en porcentaje.

3.7. **BUZON.**- Estructura de forma cilíndrica generalmente de 1.20m de diámetro. Son construidos en mampostería o con elementos de concreto, prefabricados o construidos en el sitio, puede tener recubrimiento de material plástico o no, en la base del cilindro se hace una sección semicircular la cual es encargada de hacer la transición entre un colector y otro.

Se usan al inicio de la red, en las intersecciones, cambios de dirección, cambios de diámetro, cambios de pendiente, su separación es función del diámetro de los conductos y tiene la finalidad de facilitar las labores de inspección, limpieza y mantenimiento general de las tuberías así como proveer una adecuada ventilación. En la superficie tiene una tapa de 60 cm de diámetro con orificios de ventilación.

3.8. **CALZADA.**- Porción de pavimento destinado a servir como superficie de rodadura vehicular.

3.9. **CANAL.**- Conducto abierto o cerrado que transporta agua de lluvia.

3.10. **CAPTACIÓN.**- Estructura que permite la entrada de las aguas hacia el sistema pluvial.

3.11. **CARGA HIDRAULICA.**- Suma de las cargas de velocidad, presión y posición.

3.12. **COEFICIENTE DE ESCORRENTIA.**- Coeficiente que indica la parte de la lluvia que escurre superficialmente.

3.13. **COEFICIENTE DE FRICCIÓN.**- Coeficiente de rugosidad de Manning. Parámetro que mide la resistencia al flujo en las canalizaciones.

3.14. **CORTE.**- Sección de corte.

3.15. **CUENCA.**- Es el área de terreno sobre la que actúan las precipitaciones pluviométricas y en las que las aguas drenan hacia una corriente en un lugar dado.

3.16. **CUNETA.**- Estructura hidráulica descubierta, estrecha y de sentido longitudinal destinada al transporte de aguas de lluvia, generalmente situada al borde de la calzada.

3.17. **CUNETA MEDIANERA.**- (Mediana Hundida) Cuneta ubicada en la parte central de una carretera de dos vías (ida y vuelta) y cuyo nivel está por debajo del nivel de la superficie de rodadura de la carretera.

3.18. **DERECHO DE VIA.**- Ancho reservado por la autoridad para ejecutar futuras ampliaciones de la vía.

3.19. **DREN.**- Zanja o tubería con que se efectúa el drenaje.

3.20. **DRENAJE.**- Retirar del terreno el exceso de agua no utilizable.

3.21. **DRENAJE URBANO.**- Drenaje de poblados y ciudades siguiendo criterios urbanísticos.

3.22. **DRENAJE URBANO MAYOR.**- Sistema de drenaje pluvial que evacua caudales que se presentan con poca frecuencia y que además de utilizar el sistema de drenaje menor (alcantarillado pluvial), utiliza las pistas delimitadas por los sardineles de las veredas, como canales de evacuación.

3.23. **DRENAJE URBANO MENOR.**- Sistema de alcantarillado pluvial que evacua caudales que se presentan con una frecuencia de 2 a 10 años.

3.24. **DURACIÓN DE LA LLUVIA.**- Es el intervalo de tiempo que media entre el principio y el final de la lluvia y se expresa en minutos.

3.25. **EJE.**- Línea principal que señala el alineamiento de un conducto o canal.

3.26. **ENTRADA.**- Estructura que capta o recoge el agua de escorrentía superficial de las cuencas.

3.27. **ESTRUCTURA DE UNION.**- Cámara subterránea utilizada en los puntos de convergencia de dos o más conductos, pero que no está provista de acceso desde la superficie. Se diseña para prevenir la turbulencia en el escurrimiento dotándola de una transición suave.

3.28. **FRECUENCIA DE LLUVIAS.**- Es el número de veces que se repite una precipitación de intensidad dada en un periodo de tiempo determinado, es decir el grado de ocurrencia de una lluvia.

3.29. **FILTRO.**- Material natural o artificial colocado para impedir la migración de los finos que pueden llegar a obstruir los conductos, pero que a la vez permiten el paso del agua en exceso para ser evacuada por los conductos.

3.30. **FLUJO UNIFORME.**- Flujo en equilibrio dinámico, es aquel en que la altura del agua es la misma a lo largo del conducto y por tanto la pendiente de la superficie del agua es igual a la pendiente del fondo del conducto.

3.31. **HIETOGRAMA.**- Distribución temporal de la lluvia usualmente expresada en forma gráfica. En el eje de las abscisas se anota el tiempo y en el eje de las ordenadas la intensidad de la lluvia.

3.32. **HIDROGRAMA UNITARIO.**- Hidrograma resultante de una lluvia efectiva unitaria (1 cm), de intensidad constante, distribución espacial homogénea y una duración determinada.

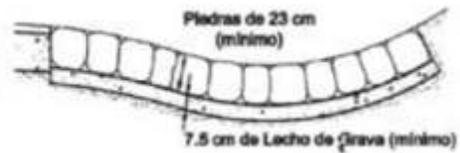
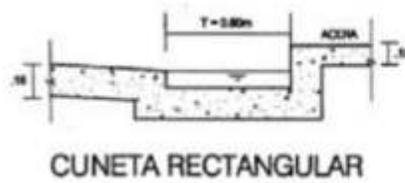
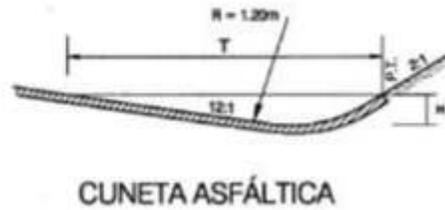
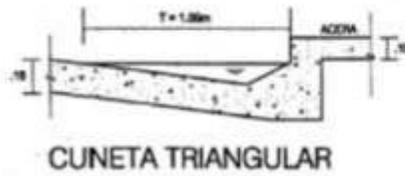
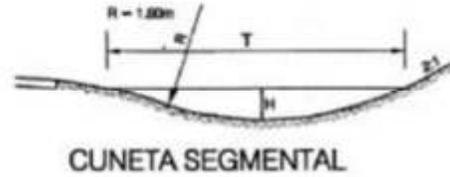
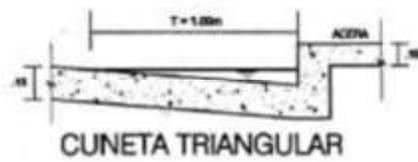
3.33. **INTENSIDAD DE LA LLUVIA.**- Es el caudal de la precipitación pluvial en una superficie por unidad de tiempo. Se mide en milímetros por hora (mm/hora) y también en litros por segundo por hectárea (l/s/ha).

3.34. **LLUVIA EFECTIVA.**- Porción de lluvia que escurrima superficialmente. Es la cantidad de agua de lluvia que queda de la misma después de haberse infiltrado, evaporado o almacenado en charcos.

3.35. **MEDIANA.**- Porción central de una carretera de dos vías que permite su separación en dos pistas, una de ida y otra de vuelta.

3.36. **MONTANTE.**- Tubería vertical por medio de la cual se evacua las aguas pluviales de los niveles superiores a inferiores.

FIGURA N°1
SECCIÓN TRANSVERSAL DE CUNETAS



CUNETA	Pendiente del Talud	H (cm)	T (m)
SEGMENTAL	2:1	16.5	1.50
ASFÁLTICA	12:1 & 2:1	12.5	2.10

ANEXO 10
NORMA OS.070

OS.070 REDES DE AGUAS RESIDUALES

ÍNDICE

	PÁG.
1. OBJETIVO	2
2. ALCANCES	2
3. DEFINICIONES	2
4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑO	2
4.1 Levantamiento Topográfico	2
4.2 Suelos	3
4.3 Población	3
4.4 Caudal de contribución al Alcantarillado	3
4.5 Caudal de diseño	3
4.6 Dimensionamiento Hidráulico	3
4.7 Ubicación y Recubrimiento de Tuberías	4
4.8 Cámaras de Inspección	6
5. CONEXIÓN PREDIAL	7
5.1 Diseño	7
5.2 Elementos de la Conexión	8
5.3 Ubicación	8
5.4 Diámetro	8
Anexos:	
Anexo 1: Notación y valores guía	9
Anexo 2: Dispositivo de caída dentro del buzón	12
Anexo 3: Esquema de Sistema de Alcantarillado con Tuberías Principales y Ramales Colectores	13
Anexo 4: Caja de Inspección de Alcantarillado y Caja Portamedidor	14

Las pendientes de las tuberías deben cumplir la condición de autolimpieza aplicando el criterio de tensión tractiva. Cada tramo debe ser verificado por el criterio de Tensión Tractiva Media (σ_t) con un valor mínimo $\sigma_t = 1,0$ Pa, calculada para el caudal inicial (Q_i), valor correspondiente para un coeficiente de Manning $n = 0,013$. La pendiente mínima que satisface esta condición puede ser determinada por la siguiente expresión aproximada:

$$S_{o\min} = 0,0055 Q_i^{-0,47}$$

Donde:

$S_{o\min}$ = Pendiente mínima (m/m)
 Q_i = Caudal inicial (L/s)

Para coeficientes de Manning diferentes de 0,013, los valores de Tensión Tractiva Media y pendiente mínima a adoptar deben ser justificados. La expresión recomendada para el cálculo hidráulico es la Fórmula de Manning.

Las tuberías y accesorios a utilizar deberán cumplir con las normas técnicas peruanas vigentes y aprobadas por el ente respectivo.

- La máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final $V_f = 5$ m/s; las situaciones especiales serán sustentadas por el proyectista.
- Cuando la velocidad final (V_f) es superior a la velocidad crítica (V_c), la mayor altura de lámina de agua admisible debe ser 50% del diámetro del colector, asegurando la ventilación del tramo. La velocidad crítica es definida por la siguiente expresión:

$$V_c = 6 \cdot \sqrt{g \cdot R_H}$$

Donde:

V_c = Velocidad crítica (m/s)
 g = Aceleración de la gravedad (m/s^2)
 R_H = Radio hidráulico (m)

- La altura de la lámina de agua debe ser siempre calculada admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente, siendo el valor máximo para el caudal final (Q_f), igual o inferior a 75% del diámetro del colector.
- Los diámetros nominales de las tuberías no deben ser menores de 100 mm. Las tuberías principales que recolectan aguas residuales de un ramal colector tendrán como diámetro mínimo 160 mm.

4.7 Ubicación y recubrimiento de tuberías

- En las calles o avenidas de 20 m de ancho o menos se proyectará una sola tubería principal de preferencia en el eje de la vía vehicular.

- Los buzones de inspección se usarán cuando la profundidad sea mayor de 1,0 m sobre la clave de la tubería.

El diámetro interior de los buzones será de 1,20 m para tuberías de hasta 800 mm de diámetro y de 1,50 m para las tuberías de hasta 1200 mm. Para tuberías de mayor diámetro las cámaras de inspección serán de diseño especial. Los techos de los buzones contarán con una tapa de acceso de 0,60 m de diámetro.

- Los buzones y buzonetos se proyectarán en todos los lugares donde sea necesario por razones de inspección, limpieza y en los siguientes casos:
 - En el inicio de todo colector.
 - En todos los empalmes de colectores.
 - En los cambios de dirección.
 - En los cambios de pendiente.
 - En los cambios de diámetro.
 - En los cambios de material de las tuberías.
- En los cambios de diámetro, debido a variaciones de pendiente o aumento de caudal, las buzonetos y/o buzones se diseñarán de manera tal que las tuberías coincidan en la clave, cuando el cambio sea de menor a mayor diámetro y en el fondo cuando el cambio sea de mayor a menor diámetro.
- Para tuberías principales de diámetro menor de 400 mm; si el diámetro inmediato aguas abajo, por mayor pendiente puede conducir un mismo caudal en menor diámetro, no se usará este menor diámetro; debiendo emplearse el mismo del tramo aguas arriba.
- En las cámaras de inspección en que las tuberías no lleguen al mismo nivel, se deberá proyectar un dispositivo de caída cuando la altura de descarga o caída con respecto al fondo de la cámara sea mayor de 1 m (Ver anexo 2).
- La distancia entre cámaras de inspección y limpieza consecutivas está limitada por el alcance de los equipos de limpieza. La separación máxima depende del diámetro de las tuberías. Para el caso de las tuberías principales la separación será de acuerdo a la siguiente tabla N° 1.

TABLA N° 1

DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA (m)
100-150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros mayores	150

- Las cámaras de inspección podrán ser prefabricadas o construidas en obra. En el fondo se proyectarán canaletas en la dirección del flujo.

5. CONEXIÓN PREDIAL

5.1 Diseño

Cada unidad de uso debe contar con un elemento de inspección de fácil acceso a la entidad prestadora del servicio.

ANEXO 11

NORMA OS.080

El Peruano Jueves 8 de junio de 2006	NORMAS LEGALES 320555
NORMA OS.080	
ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	
1. ALCANCE	
Esta Norma señala los requisitos mínimos que deben cumplir las estaciones de bombeo de aguas residuales y pluviales, referidos al sistema hidráulico, electromecánico y de preservación del medio ambiente.	
2. FINALIDAD	
Las estaciones de bombeo tienen como función trasladar las aguas residuales mediante el empleo de equipos de bombeo.	
3. ASPECTOS GENERALES	
3.1. Diseño	
El proyecto deberá indicar los siguientes datos básicos de diseño:	
- Caudal de Bombeo. - Altura dinámica total. - Tipo de energía.	
3.2. Estudios Complementarios	
Deberá contarse con los estudios geotécnicos y de impacto ambiental correspondiente, así como el levantamiento topográfico y el plano de ubicación respectivo.	
3.3. Ubicación	
Las estaciones de bombeo estarán ubicadas en terreno de libre disponibilidad.	
3.4. Vulnerabilidad	
Las estaciones de bombeo no deberán estar ubicadas en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos u otros riesgos que afecten su seguridad.	
Cuando las condiciones atmosféricas lo requieran, se deberá contar con protección contra rayos.	
3.5. Mantenimiento	
Todas las estaciones deberán estar señalizadas y contar con extintores para combatir incendios.	
Se deberá contar con el espacio e iluminación suficiente para que las labores de operación y mantenimiento se realicen con facilidad.	
3.6. Seguridad	
Se deberá tomar las medidas necesarias para evitar el ingreso de personas extrañas y dar seguridad a las instalaciones.	
4. ESTACION DE BOMBEO	
Las estaciones deberán planificarse en función del período de diseño.	
Se debe tener en cuenta los caudales máximos y mínimos de contribución, dentro del horizonte de planeación del proyecto.	
El volumen de almacenamiento permitirá un tiempo máximo de permanencia de 30 minutos de las aguas residuales.	
Cuando el nivel de ruido previsto supere los valores máximos permitidos y/o cause molestias al vecindario, deberá contemplarse soluciones adecuadas.	
La sala de máquinas deberá contar con sistema de drenaje.	
Se deberá considerar una ventilación forzada de 20 renovaciones por hora, como mínimo.	
El diseño de la estación deberá considerar las facilidades necesarias para el montaje y/o retiro de los equipos.	
La estación contará con servicios higiénicos para uso del operador, de ser necesario.	
El fondo de la cámara húmeda deberá tener pendiente hacia la succión de la bomba y las paredes interiores y exteriores deberán tener una capa impemeabilizante y una capa adicional de tartajeo de «sacrificio».	
En caso de considerar cámara seca, se deberá tomar las provisiones necesarias para evitar su inundación.	
En la línea de llegada, antes del ingreso a la cámara húmeda, deberá existir una cámara de rejillas de fácil acceso y operación, que evite el ingreso de material que pueda dañar las bombas.	
El nivel de sumergencia de la línea de succión no debe permitir la formación de vórtices.	

En caso de paralización de los equipos, se deberá contar con las facilidades para eliminar por rebose el agua residual que llega a la estación. De no ser posible, deberá proyectarse un grupo electrógeno de emergencia.

• La selección de las bombas se hará para su máxima eficiencia y se considerará:

- Caracterización del agua residual
- Caudales de bombeo (régimen de bombeo).
- Altura dinámica total.
- Tipo de energía a utilizar.
- Tipo de bomba.
- Número de unidades.
- En toda estación deberá considerarse como mínimo una bomba de reserva.
- Deberá evitarse la cavitación, para lo cual la diferencia entre el NPSH requerido y el disponible será como mínimo 0,80 m.
- El diámetro de la tubería de succión deberá ser como mínimo un diámetro comercial superior al de la tubería de impulsión.
- De ser necesario la estación deberá contar con dispositivos de protección contra el golpe de ariete, previa evaluación.

• Las válvulas ubicadas en la sala de máquinas de la estación, permitirán la fácil labor de operación y mantenimiento. Se debe considerar como mínimo:

- Válvulas de interrupción.
- Válvula de retención.
- Válvulas de aire y vacío.

• La estación deberá contar con dispositivos de control automático para medir las condiciones de operación. Como mínimo se considera:

- Manómetros, vacuómetros.
- Control de niveles mínimos y máximos.
- Alarma de alto y bajo nivel.
- Medidor de caudal con indicador de gasto instantáneo y totalizador de lectura directo.
- Tablero de control eléctrico con sistema de automatización para arranque y parada de bombas, analizador de redes y banco de condensadores.

ANEXO 12
NORMA OS.090

NORMA OS.090

**PLANTAS DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES**

1. OBJETO

El objetivo principal es normar el desarrollo de proyectos de tratamiento de aguas residuales en los niveles preliminar, básico y definitivo.

2. ALCANCE

2.1. La presente norma está relacionada con las instalaciones que requiere una planta de tratamiento de aguas residuales municipales y los procesos que deben experimentar las aguas residuales antes de su descarga al cuerpo receptor o a su reutilización.

3. DEFINICIONES

3.1. Adsorción

Fenómeno fisicoquímico que consiste en la fijación de sustancias gaseosas, líquidas o moléculas libres disueltas en la superficie de un sólido.

3.2. Absorción

Fijación y concentración selectiva de sólidos disueltos en el interior de un material sólido, por difusión.

3.3. Acidez

La capacidad de una solución acuosa para reaccionar con los iones hidroxilo hasta un pH de neutralización.

3.4. Acuífero

Formación geológica de material poroso capaz de almacenar una apreciable cantidad de agua.

- 3.5. Aeración**
Proceso de transferencia de oxígeno del aire al agua por medios naturales (flujo natural, cascadas, etc.) o artificiales (agitación mecánica o difusión de aire comprimido).
- 3.6. Aeración mecánica**
Introducción de oxígeno del aire en un líquido por acción de un agitador mecánico.
- 3.7. Aeración prolongada**
Una modificación del tratamiento con lodos activados que facilita la mineralización del lodo en el tanque de aeración.
- 3.8. Adensador (Espesador)**
Tratamiento para remover líquido de los lodos y reducir su volumen.
- 3.9. Afluente**
Agua u otro líquido que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento.
- 3.10. Agua residual**
Agua que ha sido usada por una comunidad o industria y que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión.
- 3.11. Agua residual doméstica**
Agua de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.
- 3.12. Agua residual municipal**
Son aguas residuales domésticas. Se puede incluir bajo esta definición a la mezcla de aguas residuales domésticas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial, siempre que estas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.
- 3.13. Anaerobio**
Condición en la cual no hay presencia de aire u oxígeno libre.
- 3.14. Análisis**
El examen de una sustancia para identificar sus componentes.
- 3.15. Aplicación en el terreno**
Aplicación de agua residual o lodos parcialmente tratados, bajo condiciones controladas, en el terreno.
- 3.16. Bacterias**
Grupo de organismos microscópicos unicelulares, con cromosoma bacteriano único, división binaria y que intervienen en los procesos de estabilización de la materia orgánica.
- 3.17. Bases de diseño**
Conjunto de datos para las condiciones finales e intermedias del diseño que sirven para el dimensionamiento de los procesos de tratamiento. Los datos generalmente incluyen: poblaciones, caudales, concentraciones y aportes per cápita de las aguas residuales. Los parámetros que usualmente determinan las bases del diseño son: DBO, sólidos en suspensión, coliformes fecales y nutrientes.
- 3.18. Biodegradación**
Transformación de la materia orgánica en compuestos menos complejos, por acción de microorganismos.
- 3.19. Biopelícula**
Película biológica adherida a un medio sólido y que lleva a cabo la degradación de la materia orgánica.
- 3.20. By-pass**
Conjunto de elementos utilizados para desviar el agua residual de un proceso o planta de tratamiento en condiciones de emergencia, de mantenimiento o de operación.
- 3.21. Cámara de contacto**
Tanque alargado en el que el agua residual tratada entra en contacto con el agente desinfectante.
- 3.22. Carbón activado**
Gránulos carbonáceos que poseen una alta capacidad de remoción selectiva de compuestos solubles, por adsorción.
- 3.23. Carga del diseño**
Relación entre caudal y concentración de un parámetro específico que se usa para dimensionar un proceso del tratamiento.
- 3.24. Carga superficial**
Caudal o masa de un parámetro por unidad de área que se usa para dimensionar un proceso del tratamiento.
- 3.25. Caudal pico**
Caudal máximo en un intervalo dado.
- 3.26. Caudal máximo horario**
Caudal a la hora de máxima descarga.
- 3.27. Caudal medio**
Promedio de los caudales diarios en un período determinado.
- 3.28. Certificación**
Programa de la entidad de control para acreditar la capacidad del personal de operación y mantenimiento de una planta de tratamiento.
- 3.29. Clarificación**
Proceso de sedimentación para eliminar los sólidos sedimentables del agua residual.
- 3.30. Cloración**
Aplicación de cloro o compuestos de cloro al agua residual para desinfección y en algunos casos para oxidación química o control de olores.
- 3.31. Coagulación**
Aglomeración de partículas coloidales (< 0,001 mm) y dispersas (0,001 a 0,01 mm) en coágulos visibles, por adición de un coagulante.
- 3.32. Coagulante**
Electrolito simple, usualmente sal inorgánica, que contiene un catión multivalente de hierro, aluminio o calcio. Se usa para desestabilizar las partículas coloidales favoreciendo su aglomeración.
- 3.33. Coliformes**
Bacterias Gram negativas no esporuladas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a 35 +/- 0.5°C (coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a 44.5 +/- 0.2°C, en 24 horas, se denominan coliformes fecales (ahora también denominados coliformes termotolerantes).
- 3.34. Compensación**
Proceso por el cual se almacena agua residual y se amortigua las variaciones extremas de descarga, homogenizándose su calidad y evitándose caudales pico.
- 3.35. Criba gruesa**
Artefacto generalmente de barras paralelas de separación uniforme (4 a 10 cm) para remover sólidos flotantes de gran tamaño.
- 3.36. Criba Media**
Estructura de barras paralelas de separación uniforme (2 a 4cm) para remover sólidos flotantes y en suspensión; generalmente se emplea en el tratamiento preliminar.
- 3.37. Criterios de diseño**
Guías de ingeniería que especifican objetivos, resultados o límites que deben cumplirse en el diseño de un proceso, estructura o componente de un sistema.
- 3.38. Cuneta de coronación**
Canal abierto, generalmente revestido, que se localiza en una planta de tratamiento con el fin de recolectar y desviar las aguas pluviales.
- 3.39. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**
Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo

- Estos requisitos están dados en condiciones de campo y deben ser corregidos a condiciones estándar de cero por ciento de saturación, temperatura estándar de 20°C y una atmósfera de presión, con el uso de las siguientes relaciones:

$$N_{20} = N_c / F$$

$$F = \alpha \times Q^{-1} \times (C_{sc} \times B - C_i) / 9.02$$

$$C_{sc} = C_s (P - p) / (760 - p)$$

$$p = \exp (1,52673 + 0,07174 T - 0,000246 T^2)$$

$$P = 760 \exp (- E / 8005)$$

$$C_s = 14,652 - 0,41022T + 0,007991T^2 - 0,000077774 T^3$$

En donde:

N_{20} = requisitos de oxígeno en condiciones estándares kg O₂/d

N_c = requisitos de oxígeno en condiciones de campo, kg O₂/d

F = factor de corrección

Q = factor de dependencia de temperatura cuyo valor se toma como 1,02 para aire comprimido y 1,024 por aeración mecánica.

C_{sc} = concentración de saturación de oxígeno en condiciones de campo (presión P y temperatura T).

B = factor de corrección que relaciona las concentraciones de saturación del desecho y el agua (en condiciones de campo). Su valor será debidamente justificado según el tipo de sistema de aeración. Normalmente se asume un valor de 0,95 para la aeración mecánica.

C_i = nivel de oxígeno en el tanque de aeración. Normalmente se asume entre 1 y 2 mg/l. Bajo ninguna circunstancia de operación se permitirá un nivel de oxígeno menor de 0,5 mg/l.

CS = concentración de saturación de oxígeno en condiciones al nivel del mar y temperatura T.

P = Presión atmosférica de campo (a la elevación del lugar), mm Hg.

p = presión de vapor del agua a la temperatura T, mm Hg.

E = Elevación del sitio en metros sobre el nivel del mar.

- El uso de otras relaciones debe justificarse debidamente ante el organismo competente.

- La corrección a condiciones estándares para los sistemas de aeración con aire comprimido será similar a lo anterior, pero además debe tener en cuenta las características del difusor, el flujo de aire y las dimensiones del tanque.

g) La selección del tipo de aereador deberá justificarse debidamente técnica y económicamente.

h) Para los sistemas de aeración mecánica se observarán las siguientes disposiciones:

- La capacidad instalada de energía para la aeración se determinará relacionando los requerimientos de oxígeno del proceso (kg O₂/d) y el rendimiento del aereador seleccionado (kg O₂/Kwh) ambos en condiciones estándar, con la respectiva corrección por eficiencia en el motor y reductor. El número de equipos de aeración será como mínimo dos y preferentemente de igual capacidad teniendo en cuenta las capacidades de fabricación estandarizadas.

- El rendimiento de los aereadores debe determinarse en un tanque con agua limpia y una densidad de energía entre 30 y 50 W/m³. Los rendimientos deberán expresarse en kg O₂/Kwh y en las siguientes condiciones:

- una atmósfera de presión;
- cero por ciento de saturación;
- temperatura de 20 °C.

- El conjunto motor-reductor debe ser seleccionado para un régimen de funcionamiento de 24 horas. Se recomienda un factor de servicio de 1,0 para el motor.

- La capacidad instalada del equipo será la anteriormente determinada, pero sin las eficiencias del motor y reductor de velocidad.

- El rotor de aeración debe ser de acero inoxidable u otro material resistente a la corrosión y aprobado por la autoridad competente.

- La densidad de energía (W/m³) se determinará relacionando la capacidad del equipo con el volumen de cada tanque de aeración. La densidad de energía debe permitir una velocidad de circulación del licor mezcclado, de modo que no se produzca la sedimentación de sólidos.

- La ubicación de los aereadores debe ser tal que exista una interacción de sus áreas de influencia.

i) Para sistemas con difusión de aire comprimido se procederá en forma similar, pero teniendo en cuenta los siguientes factores:

- el tipo de difusor (burbuja fina o gruesa);
- las constantes características de cada difusor;
- el rendimiento de cada unidad de aeración;
- el flujo de aire en condiciones estándares;
- la localización del difusor respecto a la profundidad del líquido, y el ancho del tanque
- altura sobre el nivel del mar.

La potencia requerida se determinará considerando la carga sobre el difusor más la pérdida de carga por el flujo del aire a través de las tuberías y accesorios. La capacidad de diseño será 1,2 veces la capacidad nominal.

5.5.3.2. Sedimentador Secundario

a) Los criterios de diseño para los sedimentadores secundarios deben determinarse experimentalmente.

b) En ausencia de pruebas de sedimentación, se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- el diseño se debe efectuar para caudales máximos horarios;

- para todas las variaciones del proceso de lodos activados (excluyendo aeración prolongada) se recomienda los siguientes parámetros:

TIPO DE TRATAMIENTO	CARGA DE SUPERFICIE m ³ /m ² /d		CARGA kg/m ² /h		PROFUNDIDAD (m)
	Media	Máx.	Media	Máx.	
Sedimentación a continuación de lodos activados (excluida la aeración prolongada)	16-32	40-48	3,0-6,0	9,0	3,5-5
Sedimentación a continuación de aeración prolongada	8-16	24-32	1,0-5,0	7,0	3,5-5

Las cargas hidráulicas anteriormente indicadas están basadas en el caudal del agua residual sin considerar la recirculación, puesto que la misma es retirada del fondo al mismo tiempo y no tiene influencia en la velocidad ascensional del sedimentador.

c) Para decantadores secundarios circulares se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Los decantadores con capacidades de hasta 300 m³ pueden ser diseñados sin mecanismo de barrido de lodos, debiendo ser de tipo cónico o piramidal, con una inclinación mínima de las paredes de la tolva de 60 grados (tipo Dormund). Para estos casos la remoción de lodos debe ser hecha a través de tuberías con un diámetro mínimo de 200 mm.

- Los decantadores circulares con mecanismo de barrido de lodos deben diseñarse con una tolva central para acumulación de lodos de por lo menos 0,6 m de diámetro y profundidad máxima de 4 m. Las paredes de la tolva deben tener una inclinación de por lo menos 60 grados.

- La velocidad de rotación para los aeradores pequeños debe ser de 36 a 40 RPM y para los aeradores grandes de 25 a 40 RPM.
- La distancia entre el fin del tabique divisorio y los extremos de las paletas del rotor debe ser alrededor de 1,5% del diámetro total del rotor (incluidas las paletas).
- La profundidad de inmersión del rotor debe ser de 0,15 a 0,20 m.
- La densidad de energía en la zona de mezcla total debe ser de 20 a 60 W/m³.

Se pueden considerar zanjas de oxidación de funcionamiento continuo con zonas de denitrificación antes de una zona de aeración. Para el efecto hay que considerar los siguientes aspectos:

- En el diseño de sedimentadores secundarios, para zanjas con denitrificación se debe asegurar un rápido retiro del lodo, para impedir la flotación del mismo.
- El vertedero de salida debe estar localizado al final de la zona de denitrificación.

5.5.4. FILTROS PERCOLADORES

5.5.4.1. Los filtros percoladores deberán diseñarse de modo que se reduzca al mínimo la utilización de equipo mecánico. Para ello se preferirá las siguientes opciones: lechos de piedra, distribución del efluente primario (tratado en tanques Imhoff) por medio de boquillas o mecanismos de brazo giratorios autopropulsados, sedimentadores secundarios sin mecanismos de barrido (con tolvas de lodos) y retorno del lodo secundario al tratamiento primario.

5.5.4.2. El tratamiento previo a los filtros percoladores será: cribas, desarenadores y sedimentación primaria.

5.5.4.3. Los filtros podrán ser de alta o baja carga, para lo cual se tendrán en consideración los siguientes parámetros de diseño:

PARAMETRO	TIPO DE CARGA	
	BAJA	ALTA
Carga hidráulica, m ³ /m ² /d	1,00 - 4,00	8,00 - 40,00
Carga orgánica, kg DBO ₅ /m ² /d	0,08 - 0,40	0,40 - 4,80
Profundidad (lecho de piedra), m (medio plástico), m	1,50 - 3,00	1,00 - 2,00
Razón de recirculación	Hasta 12 m	1,00 - 2,00
	0	

5.5.4.4. En los filtros de baja carga la dosificación debe efectuarse por medio de sifones, con un intervalo de 5 minutos. Para los filtros de alta carga la dosificación es continua por efecto de la recirculación y en caso de usar sifones, el intervalo de dosificación será inferior de 15 segundos.

5.5.4.5. Se utilizará cualquier sistema de distribución que garantice la repartición uniforme del efluente primario sobre la superficie del medio de contacto.

5.5.4.6. Cuando se usen boquillas fijas, se las ubicará en los vértices de triángulos equiláteros que cubran toda la superficie del filtro. El dimensionamiento de las tuberías dependerá de la distribución, la que puede ser intermitente o continua.

5.5.4.7. Se permitirá cualquier medio de contacto que promueva el desarrollo de la mayor cantidad de biopelícula y que permita la libre circulación del líquido y del aire, sin producir obstrucciones. Cuando se utilicen piedras pequeñas, el tamaño mínimo será de 25 mm y el máximo de 75 mm. Para piedras grandes, su tamaño oscilará entre 10 y 12 cm.

5.5.4.8. Se diseñará un sistema de ventilación de modo que exista una circulación natural del aire, por diferencia de temperatura, a través del sistema de drenaje y a través del lecho de contacto.

5.5.4.9. El sistema de drenaje debe cumplir con los siguientes objetivos:

- proveer un soporte físico al medio de contacto;
- recolectar el líquido, para lo cual el fondo debe tener una pendiente entre 1 y 2%;
- permitir una recirculación adecuada de aire.

5.5.4.10. El sistema de drenaje deberá cumplir con las siguientes recomendaciones:

- Los canales de recolección de agua deberán trabajar con un tirante máximo de 50% con relación a su máxima

capacidad de conducción, y para tirantes mínimos deberá asegurarse velocidades de arrastre.

- Deben ubicarse pozos de ventilación en los extremos del canal central de ventilación.
- En caso de filtros de gran superficie deben diseñarse pozos de ventilación en la periferia de la unidad. La superficie abierta de estos pozos será de 1 m² por cada 250 m² de superficie de lecho.
- El falso fondo del sistema de drenaje tendrá un área de orificios no menor a 15% del área total del filtro.
- En filtros de baja carga sin recirculación, el sistema de drenaje deberá diseñarse de modo que se pueda inundar el lecho para controlar el desarrollo de insectos.

5.5.4.11. Se deben diseñar instalaciones de sedimentación secundaria. El propósito de estas unidades es separar la biomasa en exceso producida en el filtro. El diseño podrá ser similar al de los sedimentadores primarios con la condición de que la carga de diseño se base en el flujo de la planta más el flujo de recirculación. La carga superficial no debe exceder de 48 m³/m²/d basada en el caudal máximo.

5.5.5. SISTEMAS BIOLÓGICOS ROTATIVOS DE CONTACTO

5.5.5.1. Son unidades que tienen un medio de contacto colocado en módulos discos o módulos cilíndricos que rotan alrededor de su eje. Los módulos discos o cilindros generalmente están sumergidos hasta 40% de su diámetro, de modo que al rotar permiten que la biopelícula se ponga en contacto alternadamente con el efluente primario y con el aire. Las condiciones de aplicación de este proceso son similares a las de los filtros biológicos en lo que se refiere a eficiencia.

5.5.5.2. Necesariamente el tratamiento previo a los sistemas biológicos de contacto será: cribas, desarenadores y sedimentador primario.

5.5.5.3. Los módulos rotatorios pueden tener los siguientes medios de contacto:

- discos de madera, material plástico o metal ubicados en forma paralela de modo que provean una alta superficie de contacto para el desarrollo de la biopelícula;
- mallas cilíndricas rellenas de material liviano

5.5.5.4. Para el diseño de estas unidades se observará las siguientes recomendaciones:

- carga hidráulica entre 0,03 y 0,16 m³/m²/d.
- la velocidad periférica de rotación para aguas residuales municipales debe mantenerse alrededor de 0,3 m/s.
- el volumen mínimo de las unidades deben ser de 4,88 litros por cada m² de superficie de medio de contacto.
- para módulos en serie se utilizará un mínimo de cuatro unidades.

5.5.5.5. El efluente de estos sistemas debe tratarse en un sedimentador secundario para separar la biomasa proveniente del reactor biológico. Los criterios de diseño de esta unidad son similares a los del sedimentador secundario de filtros biológicos.

5.6. OTROS TIPOS DE TRATAMIENTO

5.6.1. Aplicación sobre el terreno y reuso agrícola

5.6.1.1. La aplicación en el terreno de aguas residuales pretratadas es un tipo de tratamiento que puede o no producir un efluente final. Si existe reuso agrícola se deberá cumplir con los requisitos de la legislación vigente.

5.6.1.2. El estudio de factibilidad de estos sistemas debe incluir los aspectos agrícola y de suelos considerando por lo menos lo siguiente:

- evaluación de suelos: problemas de salinidad, infiltración, drenaje, aguas subterráneas, etc.;
- evaluación de la calidad del agua: posibles problemas de toxicidad, tolerancia de cultivos, etc.;
- tipos de cultivos, formas de irrigación, necesidades de almacenamiento, obras de infraestructura, costos y rentabilidad.

5.6.1.3. Los tres principales procesos de aplicación en el terreno son: riego a tasa lenta, infiltración rápida y flujo superficial.

ANEXO 13

NORMA OS.100

NORMA OS.100

CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

1. INFORMACIÓN BÁSICA

1.1. Previsión contra Desastres y otros riesgos

En base a la información recopilada el proyectista deberá evaluar la vulnerabilidad de los sistemas ante situaciones de emergencias, diseñando sistemas flexibles en su operación, sin descuidar el aspecto económico. Se deberá solicitar a la Empresa de Agua la respectiva factibilidad de servicios. Todas las estructuras deberán contar con libre disponibilidad para su utilización.

1.2. Periodo de diseño

Para proyectos de poblaciones o ciudades, así como para proyectos de mejoramiento y/o ampliación de servicios en asentamientos existentes, el período de diseño será fijado por el proyectista utilizando un procedimiento que garantice los períodos óptimos para cada componente de los sistemas.

1.3. Población

La población futura para el período de diseño considerado deberá calcularse:

a) Tratándose de asentamientos humanos existentes, el crecimiento deberá estar acorde con el plan regulador y los programas de desarrollo regional si los hubiere; en caso de no existir éstos, se deberá tener en cuenta las características de la ciudad, los factores históricos, socio-económico, su tendencia de desarrollo y otros que se pudieren obtener.

b) Tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6 hab/vivienda.

1.4. Dotación de Agua

La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificara su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m², las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o pilas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 l/hab/d respectivamente.

Para habitaciones de tipo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado.

Para habitaciones de tipo comercial se aplicará la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

1.5. Variaciones de Consumo

En los abastecimientos por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo, referidos al promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada.

De lo contrario se podrán considerar los siguientes coeficientes:

- Máximo anual de la demanda diaria: 1,3
- Máximo anual de la demanda horaria: 1,8 a 2,5.

1.6. Demanda Contra incendio

a) Para habitaciones urbanas en poblaciones menores de 10,000 habitantes, no se considera obligatorio demanda contra incendio.

b) Para habitaciones en poblaciones mayores de 10,000 habitantes, deberá adoptarse el siguiente criterio:

- El caudal necesario para demanda contra incendio, podrá estar incluido en el caudal doméstico; debiendo considerarse para las tuberías donde se ubiquen hidrantes, los siguientes caudales mínimos:

- Para áreas destinadas netamente a viviendas: 15 l/s.
- Para áreas destinadas a usos comerciales e industriales: 30 l/s.

1.7. Volumen de Contribución de Excretas

Cuando se proyecte disposición de excretas por digestión seca, se considerará una contribución de excretas por habitante y por día de 0,20 kg.

1.8. Caudal de Contribución de Alcantarillado

Se considerará que el 80% del caudal de agua potable consumida ingresa al sistema de alcantarillado.

1.9. Agua de Infiltración y Entradas Ilicitas

Asimismo deberá considerarse como contribución al alcantarillado, el agua de infiltración, asumiendo un caudal debidamente justificado en base a la permeabilidad del suelo en terrenos saturados de agua freáticas y al tipo de tuberías a emplearse, así como el agua de lluvia que pueda incorporarse por las cámaras de inspección y conexiones domiciliarias.

1.10. Agua de Lluvia

En lugares de altas precipitaciones pluviales deberá considerarse algunas soluciones para su evacuación, según lo señalado en la norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA PARA POBLACIONES URBANAS

1. GENERALIDADES

Se refieren a las actividades básicas de operación y mantenimiento preventivo y correctivo de los principales elementos de los sistemas de agua potable y alcantarillado, tendientes a lograr el buen funcionamiento y el incremento de la vida útil de dichos elementos.

Cada empresa o la entidad responsable de la administración de los servicios de agua potable y alcantarillado, deberá contar con los respectivos Manuales de Operación y Mantenimiento.

Para realizar las actividades de operación y mantenimiento, se deberá organizar y ejecutar un programa que incluya: inventario técnico, recursos humanos y materiales, sistema de información, control, evaluación y archivos, que garanticen su eficiencia.

2. AGUA POTABLE

2.1. Reservorio

Deberá realizarse inspección y limpieza periódica a fin de localizar defectos, grietas u otros desperfectos que pu-

dieran causar fugas o ser foco de posible contaminación. De encontrarse, deberán ser reportadas para que se realice las reparaciones necesarias.

Deberá realizarse periódicamente muestreo y control de la calidad del agua a fin de prevenir o localizar focos de contaminación y tomar las medidas correctivas del caso.

Periódicamente, por lo menos 2 veces al año deberá realizarse lavado y desinfección del reservorio, utilizando cloro en solución con una dosificación de 50 ppm u otro producto similar que garantice las condiciones de potabilidad del agua.

2.2. Distribución

Tuberías y Accesorios de Agua Potable

Deberá realizarse inspecciones rutinarias y periódicas para localizar probables roturas, y/o fallas en las uniones o materiales que provoquen fugas con el consiguiente deterioro de pavimentos, cimentaciones, etc. De detectarse aquellos, deberá reportarse a fin de realizar el mantenimiento correctivo.

A criterio de la dependencia responsable de la operación y mantenimiento de los servicios, deberá realizarse periódicamente, muestreos y estudios de pitometría y/o detección de fugas; para determinar el estado general de la red y sus probables necesidades de reparación y/o ampliación.

Deberá realizarse periódicamente muestreo y control de calidad del agua en puntos estratégicos de la red de distribución, a fin de prevenir o localizar probables focos de contaminación y tomar las medidas correctivas del caso.

La periodicidad de las acciones anteriores será fijada en los manuales respectivos y dependerá de las circunstancias locales, debiendo cumplirse con las recomendaciones del Ministerio de Salud.

Válvulas e Hidrantes:

a) Operación

Toda válvula o hidrante debe ser operado utilizando el dispositivo y/o procedimiento adecuado, de acuerdo al tipo de operación (manual, mecánico, eléctrico, neumático, etc.) por personal entrenado y con conocimiento del sistema y tipo de válvulas.

Toda válvula que regule el caudal y/o presión en un sistema de agua potable deberá ser operada en forma tal que minimice el golpe de ariete.

La ubicación y condición de funcionamiento de toda válvula deberán registrarse convenientemente.

b) Mantenimiento

Al iniciarse la operación de un sistema, deberá verificarse que las válvulas y/o hidrantes se encuentren en un buen estado de funcionamiento y con los elementos de protección (cajas o cámaras) limpias, que permitan su fácil operación. Luego se procederá a la lubricación y/o engrase de las partes móviles.

Se realizará inspección, limpieza, manipulación, lubricación y/o engrase de las partes móviles con una periodicidad mínima de 6 meses a fin de evitar su agarrotamiento e inoperabilidad.

De localizarse válvulas o hidrantes deteriorados o agarrotados, deberá reportarse para proceder a su reparación o cambio.

2.3. Elevación

Equipos de Bombeo

Los equipos de bombeo serán operados y mantenidos siguiendo estrictamente las recomendaciones de los fabricantes y/o las instrucciones de operación establecidas en cada caso y preparadas por el departamento de operación y/o mantenimiento correspondiente.

3. MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ELIMINACIÓN DE EXCRETAS SIN ARRASTE DE AGUA.

3.1. Letrinas Sanitarias u Otros Dispositivos

El uso y mantenimiento de las letrinas sanitarias se realizará periódicamente, citándose a las disposiciones del Ministerio de Salud. Para las letrinas sanitarias públicas deberá establecerse un control a cargo de una entidad u organización local.

4. ALCANTARILLADO

4.1. Tuberías y Cámaras de Inspección de Alcantarillado

Deberá efectuarse inspección y limpieza periódica anual de las tuberías y cámaras de inspección, para evitar posibles obstrucciones por acumulación de fango u otros.

En las épocas de lluvia se deberá intensificar la periodicidad de la limpieza debido a la acumulación de arena y/o tierra arrastrada por el agua.

Todas las obstrucciones que se produzcan deberán ser atendidas a la brevedad posible utilizando herramientas, equipos y métodos adecuados.

Deberá elaborarse periódicamente informes y cuadros de las actividades de mantenimiento, a fin de conocer el estado de conservación y condiciones del sistema.

ANEXO 14

TRAMOS DE CONDUCCIÓN DE AGUAS RESIDUALES

TRAMO	Qprom descarga * vivienda	n° vivienda	Q (lts/s)	V (m/s)	Smin(TEORICO)	Diámetro (m)	Ø TEORICO(mm)	PULGADAS TEORICA	Longitud (m)	Ø (pulgadas) Projectado
TRAMO 1	83	12	99.6	5	0.063%	0.159257252	159.257253	6.2699795	109.2	8
TRAMO 2	83	12	99.6	5	0.063%	0.159257252	159.257253	6.2699795	37.2	8
TRAMO 3	83	11	91.3	5	0.066%	0.15247721	152.4772105	6.03043025	83.2	8
TRAMO 4	83	3	24.9	5	0.121%	0.079628626	79.6286267	3.134986975	17.45	8
TRAMO 5	83	17	141.1	5	0.054%	0.189540405	189.5404049	7.462761702	100	8
TRAMO 6	83	17	141.1	5	0.054%	0.189540405	189.5404049	7.462761702	125	8
TRAMO 7	83	17	141.1	5	0.054%	0.189540405	189.5404049	7.462761702	60.2	8
TRAMO 8	83	5	41.5	5	0.095%	0.102800114	102.8001143	4.047250782	46.2	8
TRAMO 9	83	6	49.8	5	0.088%	0.112611883	112.6118831	4.433541098	77.76	8
TRAMO 10	83	11	91.3	5	0.066%	0.15247721	152.4772105	6.03043025	86.1	8
TRAMO 11	83	11	91.3	5	0.066%	0.15247721	152.4772105	6.03043025	85.22	8
TRAMO 12	83	11	91.3	5	0.066%	0.15247721	152.4772105	6.03043025	85.26	8
TRAMO 13	83	11	91.3	5	0.066%	0.15247721	152.4772105	6.03043025	85.64	8
TRAMO 14	83	6	49.8	5	0.088%	0.112611883	112.6118831	4.433541098	58.01	8
TRAMO 15	83	5	41.5	5	0.095%	0.102800114	102.8001143	4.047250782	35.98	8
TRAMO 16	83	7	58.1	5	0.082%	0.121634736	121.6347356	4.788771705	55.54	8
TRAMO 17	83	9	74.7	5	0.072%	0.137920826	137.9208263	5.42956722	68.6	8
TRAMO 18	83	11	91.3	5	0.066%	0.15247721	152.4772105	6.03043025	85.49	8
TRAMO 19	83	7	58.1	5	0.082%	0.121634736	121.6347356	4.788771705	52.99	8
TRAMO 20	83	15	124.5	5	0.057%	0.178055021	178.0550211	7.010043985	128.4	8
TRAMO 21	83	12	99.6	5	0.063%	0.159257252	159.257253	6.2699795	87.64	8
TRAMO 22	83	7	58.1	5	0.082%	0.121634736	121.6347356	4.788771705	69.68	8
TRAMO 23	83	8	66.4	5	0.077%	0.130033002	130.033002	5.119412393	60.28	8
TRAMO 24	83	10	83	5	0.069%	0.145381316	145.3813159	5.723676946	68.67	8
TRAMO 25	83	9	74.7	5	0.072%	0.137920826	137.9208263	5.42956722	66.1	8
TRAMO 26	83	10	83	5	0.069%	0.145381316	145.3813159	5.723676946	81.72	8
TRAMO 27	83	14	116.2	5	0.059%	0.172017493	172.0174928	6.772343893	97.72	8
TRAMO 28	83	13	107.9	5	0.061%	0.165760204	165.7602037	6.525995795	115.92	8
TRAMO 29	83	10	83	5	0.069%	0.145381316	145.3813159	5.723676946	87.2	8
TRAMO 30	83	8	66.4	5	0.077%	0.130033002	130.033002	5.119412393	66.08	8
TRAMO 31	83	9	74.7	5	0.072%	0.137920826	137.9208263	5.42956722	85.24	8
TRAMO 32	83	11	91.3	5	0.066%	0.15247721	152.4772105	6.03043025	84.49	8
TRAMO 33	83	10	83	5	0.069%	0.145381316	145.3813159	5.723676946	116.42	8
TRAMO 34	83	14	116.2	5	0.059%	0.172017493	172.0174928	6.772343893	114.86	8
TRAMO 35	83	14	116.2	5	0.059%	0.172017493	172.0174928	6.772343893	109.9	8
TRAMO 36	83	11	91.3	5	0.066%	0.15247721	152.4772105	6.03043025	100	8
TRAMO 37	83	1	8.3	5	0.203%	0.045973609	45.97360975	1.80985574	30.09	8
TRAMO 38	83	5	41.5	5	0.095%	0.102800114	102.8001143	4.047250782	29.46	8
TRAMO 39	83	6	49.8	5	0.088%	0.112611883	112.6118831	4.433541098	49.69	8
TRAMO 40	83	6	49.8	5	0.088%	0.112611883	112.6118831	4.433541098	47.76	8
TRAMO 41	83	6	49.8	5	0.088%	0.112611883	112.6118831	4.433541098	39.77	8
TRAMO 42	83	6	49.8	5	0.088%	0.112611883	112.6118831	4.433541098	42.92	8
TRAMO 43	83	6	49.8	5	0.088%	0.112611883	112.6118831	4.433541098	42.6	8
TRAMO 44	83	6	49.8	5	0.088%	0.112611883	112.6118831	4.433541098	44.4	8
TRAMO 45	83	6	49.8	5	0.088%	0.112611883	112.6118831	4.433541098	68	8
TRAMO 46	83	8	66.4	5	0.077%	0.130033002	130.033002	5.119412393	65.86	8
TRAMO 47	83	8	66.4	5	0.077%	0.130033002	130.033002	5.119412393	60.84	8
TRAMO 48	83	1	8.3	5	0.203%	0.045973609	45.97360975	1.80985574	19.41	8
TOTAL DE LONG									3436.16	

ANEXO 15

RAMALES DE CONDUCCIÓN POR TRAMO

TRAMO	Qprom descarga * vivienda	n° vivienda	Ql(lts/s)	V(m/s)	Smin	Diametro(m)	Ø TEÓRICO(mm)	PULGADAS TEÓRICA	Longitud (m)	Ø(pulgadas) Projectado
RAMAL 1	8.3	12	99.6	5	0.063%	0.159257252	159.2572523	6.26997395	106.7	10
RAMAL 2	8.3	24	199.2	5	0.046%	0.225223766	225.2237662	8.867082196	10.23	10
RAMAL 3	8.3	17	141.1	5	0.054%	0.189554045	189.5540449	7.462761702	128.24	10
RAMAL 4	8.3	24	199.2	5	0.046%	0.225223766	225.2237662	8.867082196	43.45	10
RAMAL 5	8.3	24	199.2	5	0.046%	0.225223766	225.2237662	8.867082196	106.7	10
RAMAL 6	8.3	17	141.1	5	0.054%	0.189554045	189.5540449	7.462761702	106.7	10
RAMAL 7	8.3	17	141.1	5	0.054%	0.189554045	189.5540449	7.462761702	106.7	10
RAMAL 8	8.3	5	41.5	5	0.095%	0.102800114	102.8001143	4.047250782	106.7	10
RAMAL 9	8.3	6	49.8	5	0.088%	0.11261883	112.618831	4.43541098	106.7	10
RAMAL 10	8.3	11	91.3	5	0.066%	0.15247721	152.4772105	6.003043025	106.7	10
RAMAL 11	8.3	11	91.3	5	0.066%	0.15247721	152.4772105	6.003043025	106.7	10

ANEXO 16

CUESTIONARIOS REALIZADOS A INGENIEROS EXPERTOS EN MATERIA DE AGUA Y SANEAMIENTO



USMP
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

CUESTIONARIO

Tesis: Diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel - Chiclayo - Lambayeque

Instrucciones:

Por favor, responda a las preguntas en la medida que le sea posible. No hay respuestas correctas o equivocadas. Nos interesa su opinión de las preguntas planteadas.

Parte A: Características del encuestado

1. Nombre del encuestado: Jef. Fernando Piz Zagaceta
2. Cargo en la empresa: Trabajador independiente (Proyectista)
3. Número de años en su puesto de trabajo: 23 años
4. Número de años en la empresa: 23 años
5. Especialidad o profesión: Jef. Agrícola (Eq. Recursos Hídricos)
6. País de nacimiento: Perú

Parte B: Características de la empresa

7. Nombre de la empresa: Inde pendiente
8. País de origen de la empresa: Perú
9. Número de años de actividad: 30 años
10. Número de años de actividad en el Perú: 30 años
11. Tipo de empresa (constructora/consultora/otros): Consultora
12. Rubro principal (minería/transporte/edificaciones/etc.): Estructuras Hidráulicas
13. La empresa donde trabaja, ¿ha realizado proyectos relacionados a la reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales?, mencione tres de ellos:

- > Batimetrías en lagunas
- > Inventario de fuentes de agua
- > Estudios Hidrológicos y Pluviométricos

Parte C: Concepto sobre un Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales

14. ¿Es necesario cuidar el agua potable? ¿Por qué?

Sí, -Por el mal uso, Costos no sincerados, fugas al Tanco (atmósfera)
Crecimiento de la población y. Acceso al servicio básico de agua potable



15. ¿Considera que el agua potable se desperdicia indiscriminadamente en las viviendas, producto de las actividades domésticas? ¿De qué manera? Si, por el consumo excesivo (educación para cuidado del agua)

16. ¿Es seguro reutilizar las aguas grises y aprovechar las aguas pluviales en las viviendas? ¿Por qué? Si, cuando se toman todas las precauciones de seguridad. Ejm: Uso del cloro, procedimientos, filtros, etc.

17. ¿Cómo calificaría el tema de investigación? (Marque su respuesta).

Poco importante						Muy importante
1	2	3	4	5	6	<input checked="" type="checkbox"/>

¿Por qué? Por ser un servicio vital y escaso, cada vez más escaso.

18. El tema de investigación. ¿Qué posibles beneficios o utilidades producirá? Bien enfocado a pequeñas y medianas poblaciones sin de utilidad, mejorando la salud y calidad de vida

Parte D: Práctica del Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales.

19. ¿Cuáles son las causas del problema del gasto indiscriminado de agua potable en las viviendas? Educación, mantenimiento y reparación de malidomera del tiempo, productos no certificados, mala mano de obra calificada

20. ¿Qué dificultades encuentra en el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales? - oposición por parte del Estado. - pequeña y mediana escala, es necesario replicarlo - pocas antecedentes enfocados a nuestra realidad nacional

21. ¿Qué recomendaciones nos sugiere sobre el tema de investigación? Proyecto interdisciplinario, para ver de distintas áreas Ejm: Sanitario, Médico, Químico, Biólogo, Agrícola, etc. Y liderado por el Ing. Civil



Fernando Paz 2305046
tel: 08170284



CUESTIONARIO

Tesis: **Diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque**

Instrucciones:

Por favor, responda a las preguntas en la medida que le sea posible. No hay respuestas correctas o equivocadas. Nos interesa su opinión de las preguntas planteadas.

Parte A: Características del encuestado

1. Nombre del encuestado: Gino Avalos Cutiri
2. Cargo en la empresa: Coordinador de Proyectos
3. Número de años en su puesto de trabajo: 5 años
4. Número de años en la empresa: 9 años
5. Especialidad o profesión: Eng. Civil
6. País de nacimiento: Perú

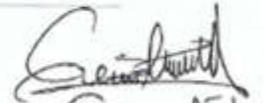
Parte B: Características de la empresa

7. Nombre de la empresa: SIGRAL S.A.
8. País de origen de la empresa: Perú
9. Número de años de actividad: 15 años
10. Número de años de actividad en el Perú: 15 años
11. Tipo de empresa (constructora/consultora/otros): Consultora
12. Rubro principal (minería/transporte/edificaciones/etc.): Edificaciones
13. La empresa donde trabaja, ¿ha realizado proyectos relacionados a la reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales?, mencione tres de ellos:

- > Habitaciones Urbanas
- > Trampas de grasa
- > Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Parte C: Concepto sobre un Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales

14. ¿Es necesario cuidar el agua potable? ¿Por qué?
Sí, como todos los recursos naturales en general, se ha llegado a un punto de quiebre donde el hombre consume los recursos que tiene para él mismo en la unidad del tiempo, sin dejar posibilidad a renovarse.


Gino Avalos
44287760



15. ¿Considera que el agua potable se desperdicia indiscriminadamente en las viviendas, producto de las actividades domésticas? ¿De qué manera? Si, por ejemplo en lavanos en las piscinas, en zonas como el Calleo. No hay una cultura de reutilización.
16. ¿Es seguro reutilizar las aguas grises y aprovechar las aguas pluviales en las viviendas? ¿Por qué? Si, teniendo un tratamiento adecuado.

17. ¿Cómo calificaría el tema de investigación? (Marque su respuesta).

Poco importante						Muy importante
1	2	3	4	5	6	X

¿Por qué? Dada la coyuntura actual donde vivimos un cambio climático, debemos hacer todo las esfuerzos por conservar nuestros recursos como el agua.

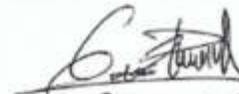
18. El tema de investigación. ¿Qué posibles beneficios o utilidades producirá? Concientización en el mejor uso del recurso hídrico.

Parte D: Práctica del Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales.

19. ¿Cuáles son las causas del problema del gasto indiscriminado de agua potable en las viviendas? Falta de información sobre cambio climático, decidida por parte de la gente hacia a forma de cuidar el agua.

20. ¿Qué dificultades encuentra en el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales? A veces la gente prefiere no invertir en estos temas por los costos de inversión - pero a largo plazo si es un beneficio. Y la falta de recursos genera que muchas veces no se implementen estas proyectos.

21. ¿Qué recomendaciones nos sugiere sobre el tema de investigación? Buscar personas y/o instituciones que puedan financiar este tipo de investigaciones que van a generar en el futuro una mejor calidad de vida a los personas. No desfallecer en el intento.


C. P. no Av. los
411025200



CUESTIONARIO

Tesis: Diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque

Instrucciones:

Por favor, responda a las preguntas en la medida que le sea posible. No hay respuestas correctas o equivocadas. Nos interesa su opinión de las preguntas planteadas.

Parte A: Características del encuestado

1. Nombre del encuestado: Walter Marinos Medina
2. Cargo en la empresa: Supervisor Civil
3. Número de años en su puesto de trabajo: 8 años
4. Número de años en la empresa: 2 años
5. Especialidad o profesión: Ingeniero Civil
6. País de nacimiento: Perú

Parte B: Características de la empresa

7. Nombre de la empresa: PMB Holding - Signal S.A.
8. País de origen de la empresa: Perú
9. Número de años de actividad: 15 años
10. Número de años de actividad en el Perú: 15 años
11. Tipo de empresa (constructora/consultora/otros): Gerencia y Supervisión de Proyectos
12. Rubro principal (minería/transporte/edificaciones/etc.): Edificaciones
13. La empresa donde trabaja, ¿ha realizado proyectos relacionados a la reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales?, mencione tres de ellos: No.
 - > Habilitaciones Urbanas
 - >
 - >

Parte C: Concepto sobre un Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales

14. ¿Es necesario cuidar el agua potable? ¿Por qué?

De acuerdo, debido a que es un recurso limitado y que conlleva todo un proceso a tenerlo siendo este un derecho fundamental del ser humano.



15. ¿Considera que el agua potable se desperdicia indiscriminadamente en las viviendas, producto de las actividades domésticas? ¿De qué manera? Si, a través del uso diario, como riego de jardines, en la ducha, en la lavandería, etc
16. ¿Es seguro reutilizar las aguas grises y aprovechar las aguas pluviales en las viviendas? ¿Por qué? Si, dependiendo del uso de tecnología adecuada que garantice su uso doméstico.
17. ¿Cómo calificaría el tema de investigación? (Marque su respuesta).

Poco importante						Muy importante
1	2	3	4	5	6	7

- ¿Por qué? Es de vital importancia buscar puntos de este recurso que se vea más escasos, y su investigación es muy importante.
18. El tema de investigación. ¿Qué posibles beneficios o utilidades producirá? podrá garantizar y ampliar el recurso del agua en el uso doméstico que se requiere.

Parte D: Práctica del Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales.

19. ¿Cuáles son las causas del problema del gasto indiscriminado de agua potable en las viviendas? falta de cultura de la población y falta de conciencia en su uso doméstico
20. ¿Qué dificultades encuentra en el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales? el tema de la tecnología.
21. ¿Qué recomendaciones nos sugiere sobre el tema de investigación? Considerar profundidad y puntualidad en la población.

Joane Monjas B.
45946760



CUESTIONARIO

Tesis: Diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque

Instrucciones:

Por favor, responda a las preguntas en la medida que le sea posible. No hay respuestas correctas o equivocadas. Nos interesa su opinión de las preguntas planteadas.

Parte A: Características del encuestado

1. Nombre del encuestado: DIEGO ALONSO LÓPEZ MEZA
2. Cargo en la empresa: SUPERVISOR
3. Número de años en su puesto de trabajo: 6 AÑOS
4. Número de años en la empresa: 04 MESES
5. Especialidad o profesión: ING. CIVIL
6. País de nacimiento: PERÚ

Parte B: Características de la empresa

7. Nombre de la empresa: SIGNAL S.A.
8. País de origen de la empresa: PERÚ
9. Número de años de actividad: 2004
10. Número de años de actividad en el Perú: 2004
11. Tipo de empresa (constructora/consultora/otros): SUPERVISIÓN Y GERENCIA
12. Rubro principal (minería/transporte/edificaciones/etc.): EDIFICACIONES
13. La empresa donde trabaja, ¿ha realizado proyectos relacionados a la reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales?, mencione tres de ellos:
 - > APROVECHAMIENTO DE A.P., USÁNDOLAS PARA REGAR JARDINES
 - >
 - >

Parte C: Concepto sobre un Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales

14. ¿Es necesario cuidar el agua potable? ¿Por qué?

SI, DEFINITIVAMENTE PORQUE CADA VEZ SE OBSERVA MAYOR DIFICULTAD PARA CONSEGUIRLA (SEQUIAS, Lluvias torrenciales, etc)



15. ¿Considera que el agua potable se desperdicia indiscriminadamente en las viviendas, producto de las actividades domésticas? ¿De qué manera? SI, POR GRIFENIA DAÑADA, MALAS INSTALACIONES, FALTA DE CONCIENCIA

16. ¿Es seguro reutilizar las aguas grises y aprovechar las aguas pluviales en las viviendas? ¿Por qué? COMO AGUA POTABLE NO, PERO TAL VEZ SI COMO AGUA PARA JARDINES Y PISCINAS

17. ¿Cómo calificaría el tema de investigación? (Marque su respuesta).

Poco importante					X		Muy importante
1	2	3	4	5	6	7	

¿Por qué?: ES UNA MANERA DE INNOVAR (TEMA RELATIVAMENTE NUEVO) SOBRE UN RECURSO QUE SEGURAMENTE EXISTIRÁ EN EL FUTURO

18. El tema de investigación. ¿Qué posibles beneficios o utilidades producirá? BRINDARÁ UNA ALTERNATIVA AMIGABLE CON EL MEDIO AMBIENTE

Parte D: Práctica del Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales.

19. ¿Cuáles son las causas del problema del gasto indiscriminado de agua potable en las viviendas? 1) FALTA DE CONCIENCIA

2) INSTALACIONES INADECUADAS

20. ¿Qué dificultades encuentra en el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales?

R. ESPACIO PARA CAPTAR LAS AGUAS, DÓNDE REUTILIZAR, GASTO DE ENERGÍA DE LA POSIBLE BOMBA.

21. ¿Qué recomendaciones nos sugiere sobre el tema de investigación?

R. TANTO DE QUE SEA ECONÓMICAMENTE VIABLE DE IMPLEMENTAR YA QUE EN CONSTRUCCIÓN CASI SIEMPRE TERMINAN PESANDO EL FACTOR ECONÓMICO.


Diego Alonso López Mora
DNI: 46458333



CUESTIONARIO

Tesis: Diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel - Chiclayo - Lambayeque

Instrucciones:

Por favor, responda a las preguntas en la medida que le sea posible. No hay respuestas correctas o equivocadas. Nos interesa su opinión de las preguntas planteadas.

Parte A: Características del encuestado

1. Nombre del encuestado: Guillermo Cerro Sánchez
2. Cargo en la empresa: SIGRA SA
3. Número de años en su puesto de trabajo: 15 años
4. Número de años en la empresa: 5 años
5. Especialidad o profesión: Ingeniero Civil
6. País de nacimiento: Perú

Parte B: Características de la empresa

7. Nombre de la empresa: SIGRA SA
8. País de origen de la empresa: Perú
9. Número de años de actividad: + 10 años
10. Número de años de actividad en el Perú: + 10 años
11. Tipo de empresa (constructora/consultora/otros): Gerencia y Supervisión
12. Rubro principal (minería/transporte/edificaciones/etc.): Edificación
13. La empresa donde trabaja, ¿ha realizado proyectos relacionados a la reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales?, mencione tres de ellos:
 - > SISTEMA DE ALCAANTARILLADO
 - > TRAMPAS DE GRASA
 - >

Parte C: Concepto sobre un Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales

14. ¿Es necesario cuidar el agua potable? ¿Por qué?

Es necesario cuidarla por el hecho q ya no tenemos muchos glaciales debido al medio ambiente desuido por el ser humano



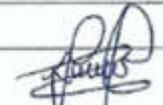
15. ¿Considera que el agua potable se desperdicia indiscriminadamente en las viviendas, producto de las actividades domésticas? ¿De qué manera? Si, para el aseo personal dejamos mucho tiempo en caer el agua
16. ¿Es seguro reutilizar las aguas grises y aprovechar las aguas pluviales en las viviendas? ¿Por qué? Las aguas pluviales se aprovechan para los riego y gantan menos agua potable.
17. ¿Cómo calificaría el tema de investigación? (Marque su respuesta).

Poco importante						Muy importante
1	2	3	4	5	6	X

- ¿Por qué?: Reutilizan el las aguas grises y la pluvial es importante porque significaria y ahorraria el agua potable.
18. El tema de investigación. ¿Qué posibles beneficios o utilidades producirá? Cuando el agua potable ganta menos.

Parte D: Práctica del Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales.

19. ¿Cuáles son las causas del problema del gasto indiscriminado de agua potable en las viviendas? el aseo personal, mucho se desperdicia
20. ¿Qué dificultades encuentra en el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales? tenia q se bien planteado y sostenido.
21. ¿Qué recomendaciones nos sugiere sobre el tema de investigación? forma concienia de hacer una buena mantencion


Guillermo Carrero
DNI: 40393608



CUESTIONARIO

Tesis: Diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel - Chiclayo - Lambayeque

Instrucciones:

Por favor, responda a las preguntas en la medida que le sea posible. No hay respuestas correctas o equivocadas. Nos interesa su opinión de las preguntas planteadas.

Parte A: Características del encuestado

1. Nombre del encuestado: Axel Alfonso Villar
2. Cargo en la empresa: Supervisor de Obras
3. Número de años en su puesto de trabajo: 4 años
4. Número de años en la empresa: 2 años
5. Especialidad o profesión: Ingeniero Civil
6. País de nacimiento: Perú

Parte B: Características de la empresa

7. Nombre de la empresa: SIRA SA.
8. País de origen de la empresa: Perú
9. Número de años de actividad: 15 años
10. Número de años de actividad en el Perú: 15 años
11. Tipo de empresa (constructora/consultora/otros): Supervisión y Gerencia de Proyecto
12. Rubro principal (minería/transporte/edificaciones/etc.): Edificaciones
13. La empresa donde trabaja, ¿ha realizado proyectos relacionados a la reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales?, mencione tres de ellos:
 - > NO DEL CASO EN MENCIÓN, PERO SI DE AGUAS DE RÍO
 - > SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EDIFICACIONES
 - >

Parte C: Concepto sobre un Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales

14. ¿Es necesario cuidar el agua potable? ¿Por qué?
Si, es un recurso natural limitado.



15. ¿Considera que el agua potable se desperdicia indiscriminadamente en las viviendas, producto de las actividades domésticas? ¿De qué manera? Si, en el aseo, uso de piscina, lavado de vehículos, uso excesivo en equipos dentales (lavados)

16. ¿Es seguro reutilizar las aguas grises y aprovechar las aguas pluviales en las viviendas? ¿Por qué? Las aguas grises deben pasar por un proceso previo de tratamiento y los pluviales también

17. ¿Cómo calificaría el tema de investigación? (Marque su respuesta).

Poco importante							Muy importante
1	2	3	4	5	6		(7)

¿Por qué?: Indubitablemente, los proyectos buscan reutilizar el agua, llevando proyectos eco amigables

18. El tema de investigación. ¿Qué posibles beneficios o utilidades producirá? Alivio del recurso Agua, con ello podrá darse con otros usos que no crean con Agua

Parte D: Práctica del Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales.

19. ¿Cuáles son las causas del problema del gasto indiscriminado de agua potable en las viviendas?

Irresponsabilidad, falta de cultura.

20. ¿Qué dificultades encuentra en el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales? Debe ser certificado, con los parámetros necesarios para el consumo humano, principalmente, Para otros usos, el agua de lluvia no se necesita tener tanto control, se puede usar para lavar la ropa, regar jardín, lavar vehículos.

21. ¿Qué recomendaciones nos sugiere sobre el tema de investigación? Evaluar la precipitación e intensidad de agua de lluvia en distintos zonas, con si es viable por cantidad y de manera, a satisfacer según el uso.

Asst Acad Angélica PERAZO



CUESTIONARIO

Tesis: Diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque

Instrucciones:

Por favor, responda a las preguntas en la medida que le sea posible. No hay respuestas correctas o equivocadas. Nos interesa su opinión de las preguntas planteadas.

Parte A: Características del encuestado

1. Nombre del encuestado: Ronald Huarcaya
2. Cargo en la empresa: Supervisor Civil
3. Número de años en su puesto de trabajo: 04 años
4. Número de años en la empresa: 04 meses
5. Especialidad o profesión: Ing. Civil
6. País de nacimiento: Perú

Parte B: Características de la empresa

7. Nombre de la empresa: Sigcol S.A.
8. País de origen de la empresa: Perú
9. Número de años de actividad: 15 años
10. Número de años de actividad en el Perú: 15 Años
11. Tipo de empresa (constructora/consultora/otros): GERENCIA DE PROYECTOS
12. Rubro principal (minería/transporte/edificaciones/etc.): Retail
13. La empresa donde trabaja, ¿ha realizado proyectos relacionados a la reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales?, mencione tres de ellos:
 - > Habilitaciones Urbanas
 - > Alcantarillado
 - >

Parte C: Concepto sobre un Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales

14. ¿Es necesario cuidar el agua potable? ¿Por qué?

Si, Al ser un recurso de uso cotidiano e indispensable para el desarrollo y la vida de los seres vivos.



15. ¿Considera que el agua potable se desperdicia indiscriminadamente en las viviendas, producto de las actividades domésticas? ¿De qué manera? Si, uso del recurso para actividades no indispensables. Como regar jardines con Agua Potable. Uso de grifos sin optimización ni Ahorro de recursos hídricos.
16. ¿Es seguro reutilizar las aguas grises y aprovechar las aguas pluviales en las viviendas? Si, las aguas pluviales pueden emplearse para actividades como riego, reutilización en inodoros y otras que no involucren el consumo humano.
17. ¿Cómo calificaría el tema de investigación? (Marque su respuesta).

Poco importante							Muy importante
1	2	3	4	5	6	7	

- ¿Por qué? Por ser un recurso indispensable, es necesario tomar medidas de conservación y reutilización, teniendo en cuenta además que los zonas costeras carecen de A.P. en abundancia.
18. El tema de investigación. ¿Qué posibles beneficios o utilidades producirá?
- Posiblemente tenga impacto en el consumo de agua por lo que habría ahorro económico.
 - Para el sector Agrícola generaría almacenamiento para épocas de sequía.

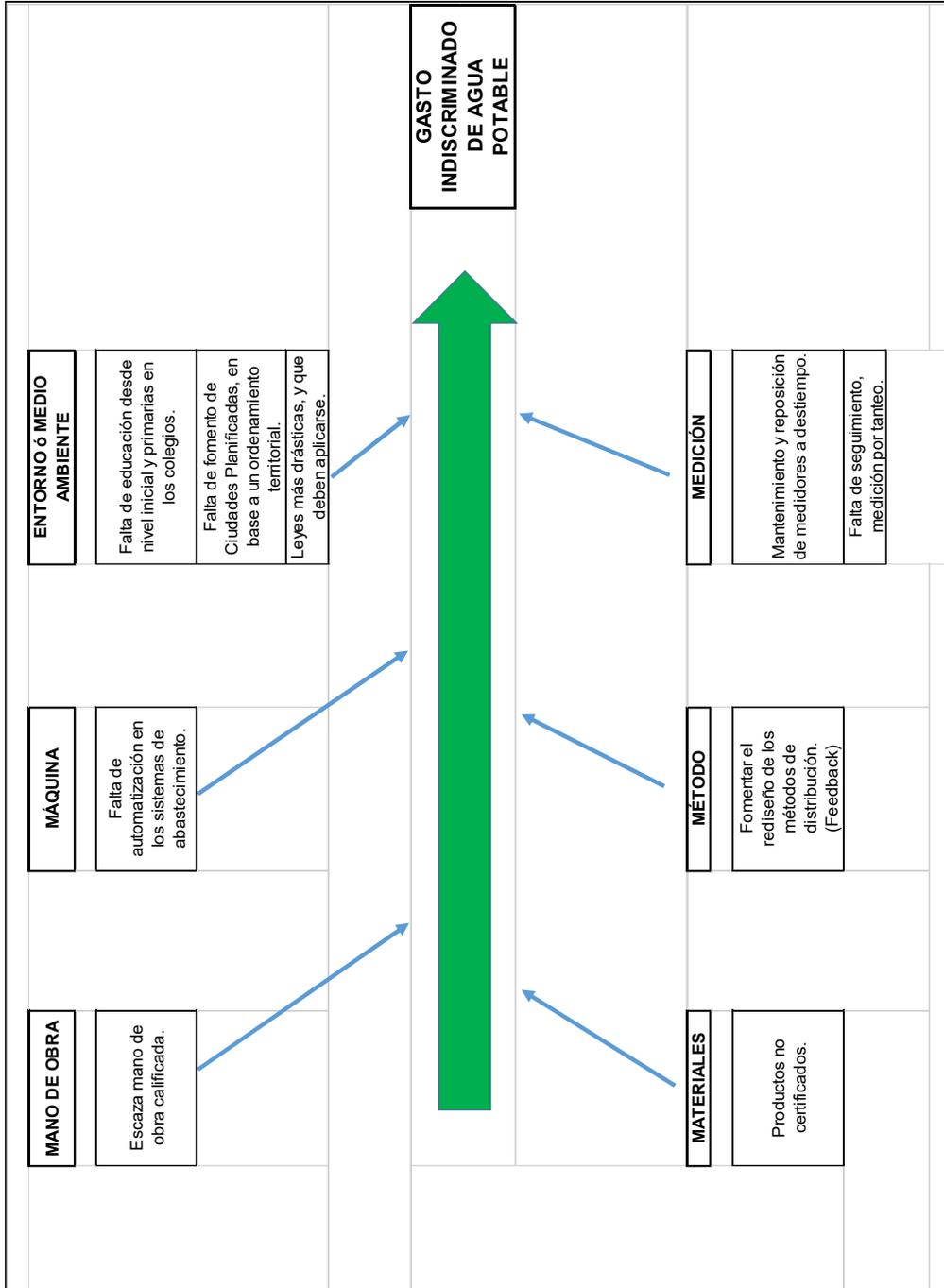
Parte D: Práctica del Sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales.

19. ¿Cuáles son las causas del problema del gasto indiscriminado de agua potable en las viviendas? Malas practicas por parte del usuario
- Sanitarios que no contribuyen al ahorro
20. ¿Qué dificultades encuentra en el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales? operación y mantenimiento
- Adecuación del usuario para familiarizarse con la cultura de ahorro y reutilización.
21. ¿Qué recomendaciones nos sugiere sobre el tema de investigación?
- Al ser reutilización de Aguas pluviales considero que debería de orientarse al uso doméstico (por el almacenamiento)


Ronald Huarcaya
11/11/2015

ANEXO 17

DIAGRAMA DE ISHIKAWA O DE CAUSA - EFECTO



ANEXO 18
PLANO DE UBICACIÓN

ANEXO 19
PLANO TOPOGRÁFICO

ANEXO 20
PLANO DE PLANTA GENERAL

ANEXO 21
PLANO DE RED DE AGUA POTABLE

ANEXO 22
PLANO DE RED DE DESAGUE

ANEXO 23

PLANO DE PLANTA DE TRATAMIENTO

ANEXO 24

PLANO DE CORTE DOMICILIARIO Y SUMIDERO