

## Universidad Católica de Santa María

### Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

### Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



**“DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS  
GRISES DE LAVADORA EN RIEGO DE ÁREAS VERDES PARA LOS HOGARES  
DEL DISTRITO DE JOSÉ LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO, AREQUIPA”**

Tesis presentada por la Bachiller:

**Supo Santillan, Brenda Miriam**

Para optar el Título Profesional de

**Ingeniera Industrial**

Asesora:

**Mgr. Nieto Peña Vanessa Gladys**

Arequipa - Perú

2022

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA INDUSTRIAL**  
**TITULACIÓN CON TESIS**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 08 de Diciembre del 2021

Dictamen: 003504-C-EPI-2021

Visto el borrador del expediente (003504), presentado por:

**2015152282 - SUPO SANTILLAN BRENDA MIRIAM**

Titulado:

**DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS GRISAS DE LAVADORA EN RIEGO DE ÁREAS VERDES PARA LOS HOGARES DEL DISTRITO DE JOSÉ LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO, AREQUIPA**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**1151 - LLAZA LOAYZA MARCO ANTONIO  
DICTAMINADOR**

**1258 - DELGADO MONTESINOS MAX EDWIN  
DICTAMINADOR**

**7575 - DELGADO BASTIDAS JOSE RAFAEL  
DICTAMINADOR**



## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis a mi familia y de manera especial a mi madre Gladys quien me inspiro en este proyecto, a mis hermanas por sus consejos y apoyo brindado siempre.*



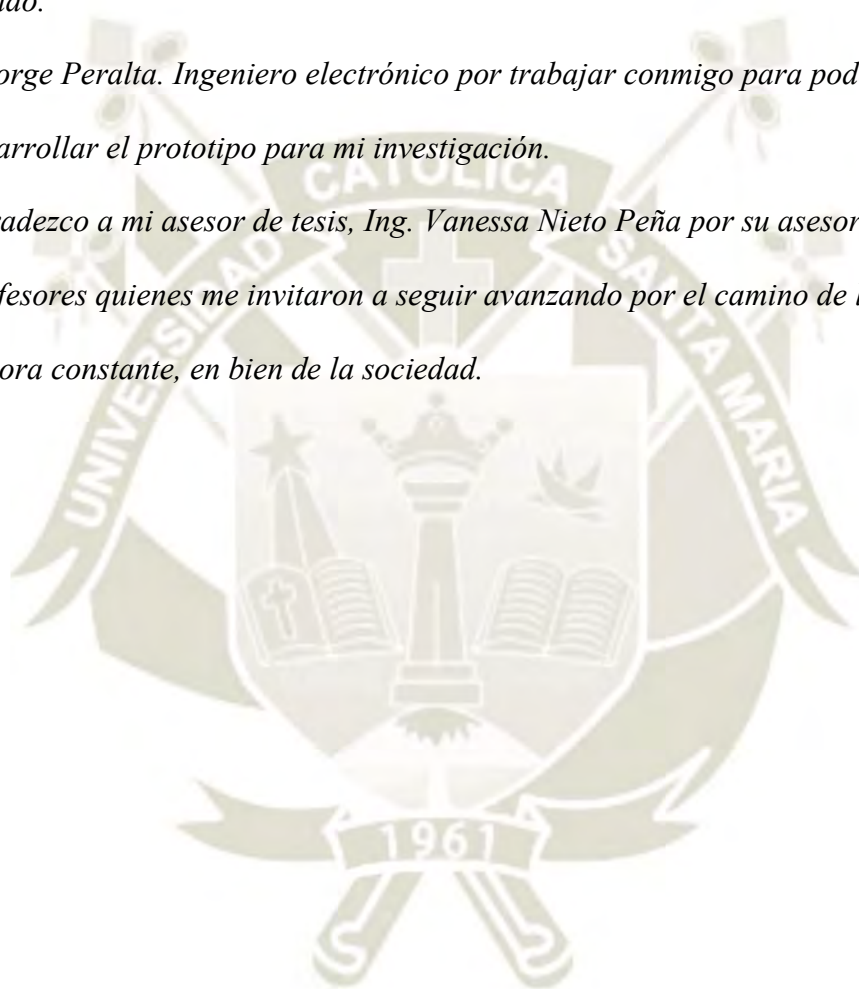
## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a mis padres y hermanas por brindarme el apoyo incondicional para realizar y concluir mis estudios sin ellos no hubiera podido lograrlo.*

*A la Universidad Católica de Santa María por toda la formación profesional que me brindo.*

*A Jorge Peralta. Ingeniero electrónico por trabajar conmigo para poder desarrollar el prototipo para mi investigación.*

*Agradezco a mi asesor de tesis, Ing. Vanessa Nieto Peña por su asesoramiento. A los profesores quienes me invitaron a seguir avanzando por el camino de la innovación y mejora constante, en bien de la sociedad.*



## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCION.....	13
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO TEÓRICO.....	14
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. Determinación del problema.....	14
1.2. Enunciado del problema.....	14
1.3. Descripción del problema.....	15
1.4. Justificación.....	17
2. OBJETIVOS.....	18
2.1. Objetivos de la investigación.....	18
3. MARCO TEÓRICO.....	19
3.1. Conceptos básicos.....	19
3.2. Definición de términos básicos.....	27
3.3. Revisión de antecedentes investigativos.....	29
4. HIPÓTESIS.....	31
CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....	32
1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN.....	32
1.1. Técnicas.....	32
1.2. Instrumentos.....	32
1.3. Materiales de verificación.....	32
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN.....	32

2.1. Ámbito.....	32
2.2. Unidades de estudio .....	32
2.3. Temporalidad .....	32
3. ESTRATEGIAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	33
3.1. Organización .....	33
CAPÍTULO III RESULTADOS .....	34
1. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	34
1.1. Análisis de resultados.....	35
2. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	48
2.1. Diseño del prototipo .....	48
2.2. Descripción del prototipo del sistema .....	64
2.3. Evaluación económica .....	73
2.4. Manual de mantenimiento.....	91
DISCUSIÓN.....	92
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES .....	94
REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA .....	95
ANEXOS.....	97

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población con acceso al agua .....	34
Tabla 2. ¿Cuántas personas viven en su hogar? .....	37
Tabla 3. ¿Su hogar cuenta con maquina lavadora? .....	38
Tabla 4. ¿De cuántos kilos es la capacidad de su lavadora?.....	39
Tabla 5. ¿Con que frecuencia lavan ropa en su hogar? .....	40
Tabla 6. ¿Sabe cuántos litros de agua utiliza por cada lavada? .....	41
Tabla 7. ¿Actualmente reutiliza el agua gris que desecha su lavadora? .....	42
Tabla 8. ¿Su hogar cuenta con áreas verdes ejemplo: jardín, huerta, etc.? .....	43
Tabla 9. ¿De cuántos pisos es su hogar? .....	44
Tabla 10. ¿Si hubiera un sistema de reutilización de aguas grises de lavadora para su aprovechamiento en áreas verdes y vertimiento de sanitarios lo implementaría en su hogar? .....	45
Tabla 11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por dicho sistema?.....	46
Tabla 12. ¿Es estos tiempos donde el agua es uno de nuestros recursos indispensable para sobrevivir usted cree que deberíamos aprovechar y reutilizar al agua para nuestro beneficio y del ecosistema? .....	47
Tabla 13. Procedimiento.....	71
Tabla 14. Costo.....	73
Tabla 15. Datos de ahorro anual.....	74
Tabla 16. Ahorro de litros de agua mensual y anualmente .....	74
Tabla 17. Ahorro en soles.....	75
Tabla 18. Periodo de recuperación rango de 0 a 10 m <sup>3</sup> .....	75
Tabla 19. Periodo de recuperación en un rango de 11 a 30 m <sup>3</sup> .....	76
Tabla 20. Periodo de recuperación en un rango de 31 a más m <sup>3</sup> .....	76

Tabla 21. Periodo de recuperación de acuerdo a la vida útil.....	77
Tabla 22. Ahorro del agua si usa el prototipo.....	77
Tabla 23. Cálculo de recibo de agua sin uso del prototipo.....	78
Tabla 24. Incremento de costo de agua .....	78
Tabla 25. Modelo Canvas.....	79
Tabla 26. Materiales usados para el sistema de almacenado y filtro.....	80
Tabla 27. Costos para el almacenado de agua filtrada. ....	81
Tabla 28. Costos para el regado de plantas. ....	82
Tabla 29. Requerimiento para el sistema de riego automático.....	83
Tabla 30. Ventajas y desventajas del prototipo del sistema .....	84
Tabla 31. Manual de usuario 1 .....	87
Tabla 32. Manual de usuario 2. ....	88
Tabla 33. Manual de usuario 3 .....	89
Tabla 34. Manual de usuario 4. ....	90
Tabla 35. Manual de mantenimiento .....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tratamiento de agua .....	21
Figura 2. Tratamiento de aguas grises .....	22
Figura 3. Grafica de acidez.....	25
Figura 4. Sistema de riego .....	26
Figura 5. Grafica de tendencia de acceso al agua .....	35
Figura 6. ¿Cuántas personas viven en su hogar? .....	37
Figura 7. ¿Su hogar cuenta con maquina lavadora? .....	38
Figura 8. ¿De cuántos kilos es la capacidad de su lavadora? .....	39
Figura 9. ¿Con que frecuencia lavan ropa en su hogar? .....	40
Figura 10. ¿Sabe cuántos litros de agua utiliza por cada lavada?.....	41
Figura 11. ¿Actualmente reutiliza el agua gris que desecha su lavadora? responda brevemente.....	42
Figura 12. ¿Su hogar cuenta con áreas verdes ejemplo: jardín, huerta, etc.? .....	43
Figura 13. ¿De cuántos pisos es su hogar? .....	44
Figura 14. ¿Si hubiera un sistema de reutilización de aguas grises de lavadora para su aprovechamiento en áreas verdes y vertimiento de sanitarios lo implementaría en su hogar? .....	45
Figura 15. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por dicho sistema? .....	46
Figura 16. ¿Es estos tiempos donde el agua es uno de nuestros recursos indispensable para sobrevivir usted cree que deberíamos aprovechar y reutilizar al agua para nuestro beneficio y del ecosistema? .....	47
Figura 17. Plano de vistas del tanque primario de almacenado de agua .....	49
Figura 18. Tanque primario de almacenado de agua .....	50
Figura 19. Plano de vistas del filtro .....	51

Figura 20. Filtro.....	52
Figura 21. Plano de vistas del tanque secundario de almacenado de agua.....	53
Figura 22. Tanque secundario de almacenado de agua. ....	54
Figura 23. Plano de vistas de tubería de conexión .....	55
Figura 24. Tubería de conexión.....	56
Figura 25. Plano de vistas de tubería de salida.....	57
Figura 26. Tubería de salida .....	58
Figura 27. Plano de vistas de base de tanque. ....	59
Figura 28. Base de tanques.....	60
Figura 29. Diseño final del prototipo de filtrado en 3 D .....	61
Figura 30. Prototipo sistema de riego automatizado .....	64
Figura 31. Aplicativo del sistema de riego automatizado .....	65
Figura 32. Diagrama de flujo del sistema de riego automatizado .....	68
Figura 33. Plantilla superior de la tarjeta terminada.....	69
Figura 34. Balance de materia y energía de agua gris. ....	72

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general: Diseñar un prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes para los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero Arequipa. Tuvo como objetivos específicos: Como primer objetivo específico, Determinar el punto de vista que tienen las familias del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero sobre el prototipo de aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes.; Como segundo objetivo específico: Diseñar un filtro del prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes.; Como tercer objetivo específico: Determinar la cantidad de agua filtrada para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes y Como cuarto objetivo específico: Estimar los costos y proyectar un modelo de negocio del prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes.

La investigación fue de tipo Descriptiva -Cuasi Experimental con diseño transversal. Se realizó una encuesta para poder realizar el diagnóstico de la problemática en estudio, dicho instrumento se aplicó a 50 hogares del distrito de José Luis Bustamante y Rivero.

Se concluye que al realizar el diseño de un prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes para los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, con el sistema de filtrado se pudo lograr que el agua filtrada llegue a un pH  $6.8 < \text{pH} < 7.5$ , así mismo se llegó a alcanzar los parámetros de calidad del agua para su reutilización en riego de áreas verdes, debido a que el agua gris filtrada está dentro de los estándares. A sí mismo, al realizar el diseño del prototipo para dar solución al vertimiento de aguas grises de los hogares, el sensor de Ph usado para el prototipo funciona de manera correcta para la aplicación en un hogar ya que el uso es de manera eventual como los fines de semana.

**Palabras clave:** Diseño de un Prototipo, Aguas grises de lavadora

## ABSTRACT

The present investigation had as general objective: To design a prototype for the use of gray water from washing machines in irrigation of green areas for the homes of the District of José Luis Bustamante and Rivero Arequipa. Its specific objectives were: As the first specific objective, to determine the point of view that the families of the District of José Luis Bustamante y Rivero have on the prototype for the use of gray water from the washing machine in irrigation of green areas; As a second specific objective: Design a filter of the prototype for the use of gray water from washing machines in irrigation of green areas .; As a third specific objective: Determine the amount of filtered water for the use of gray water from the washing machine in irrigation of green areas and As a fourth specific objective: Estimate the costs and project a business model of the prototype for the use of gray water from the washing machine in irrigation of green areas.

The research was Descriptive -Cuasi Experimental with a cross-sectional design. A survey was conducted in order to diagnose the problem under study, this instrument was applied to 50 homes in the district of José Luis Bustamante y Rivero.

It is concluded that when carrying out the design of a prototype for the use of gray water from the washing machine in irrigation of green areas for the homes of the District of José Luis Bustamante and Rivero, with the filtering system it was possible to achieve that the filtered water reaches a pH  $6.8 < \text{pH} < 7.5$ , likewise, the water quality parameters were reached for its reuse in irrigation of green areas, because the filtered gray water is within the standards. prototype to provide a solution to the discharge of gray water from homes, the Ph sensor used for the prototype works correctly for the application in a home since the use is occasionally such as on weekends.

**Keywords:** Prototype Design, Washing machine gray water

## INTRODUCCION

El proyecto de investigación está basado en el Diseño de un prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes para los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa.

La investigación tendrá como finalidad principal fomentar el cuidado del agua en el sector doméstico para que de esta manera se logre una gestión sustentable de este recurso y con ello su optimización, se busca cumplir con los siguientes requisitos básicos:

- Garantizar la disponibilidad de este recurso.
- Fortalecer en la población capacidades orientadas a las prácticas adecuadas sobre la valoración y cuidado del agua.
- Preservar el recurso del agua para futuras generaciones.

El ingeniero industrial tiene como labor fundamental optimizar los procesos es por ello que la investigación se enfocará en el aprovechamiento y reutilización del agua de lavadora después de cada proceso de lavado, de esta manera se evitará el desperdicio inadecuado del agua y a su vez ayudará a reducir los costos de facturación que se paga por este servicio.

El desarrollo de la investigación dará solución al desaprovechamiento de agua potable de cada uno de los hogares arequipeños y esto se dará por medio de la reutilización del agua de lavadora considerando como todos conocemos que las lavadoras necesitan un llenado para lavar y otro para el enjuague lo que se propondrá es reutilizar esta agua, la investigación esta direccionada a incursionar en el mercado como un proyecto ambiental, de responsabilidad social, contribuyendo así en restaurar el medio ambiente desde el hogar.

## CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO TEÓRICO

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Determinación del problema

Esta investigación se dará por las siguientes motivos: en los hogares de la ciudad Arequipa, una de las actividades domésticas que se realiza de manera cotidiana es el lavado de ropa en lavadora el cual implica un uso determinado de agua no reutilizable, la cual, al no contar con un sistema de reutilización de agua de lavadora, es vertida y desechada al drenaje, por ello, con el presente proyecto se plantea crear un prototipo para el aprovechamiento de esta agua, la cual se realizara mediante un sistema de medición del PH para que posteriormente esta pueda ser distribuida y reutilizada en áreas verdes de los hogares y vertimiento de sanitarios.

Se pretende realizar el diseño de un prototipo, para la reutilización de agua de lavadora y de esta manera contribuir al riego óptimo de áreas verdes, de los hogares de la ciudad de Arequipa, así mismo. Este prototipo tendrá un sensor de PH para verificar la calidad del agua, con esta investigación también se pretende concientizar e incentivar a las personas a que lo usen por ello debe tener costos bajos y ser eficiente, a su vez será práctico de armar e instalar, de esta manera los hogares podrán ser parte de este proyecto de reutilización de aguas grises, apoyando así al ahorro de uno de nuestros recursos más valiosos “el agua”.

#### 1.2. Enunciado del problema

Preguntas de investigación

##### 1.2.1. Pregunta general

¿Cómo realizar el diseño de un prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes para los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa?

### 1.2.2. Preguntas específicas

- ¿Cómo determinar el punto de vista que tienen las familias del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero sobre el prototipo de aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes?
- ¿Cómo diseñar un filtro del prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes?
- ¿Cómo determinar la cantidad de agua filtrada para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes?
- ¿Cómo estimar los costos y proyectar un modelo de negocio del prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes?

### 1.3. Descripción del problema

En todo el mundo el agua es considerada como uno de los recursos naturales más básicos y a la vez mas indispensable para el ser humano, así mismo se considera como la fuente principal para la vida, a este recurso hídrico se le da diferentes usos como para la ganadería, la agricultura, las industrias y la energía. (Fernández, 2019)

Según la ANA (Autoridad Nacional del Agua), el Perú está catalogado como el segundo país con mayores recursos hídricos a nivel mundial pese a ello la mayor parte de la población no cuenta con este recurso indispensable para la vida y una de las causas principales es que no se cuenta con la infraestructura que otorgue una adecuada racionalización y distribución, según Sedapal indico que el peruano consume un máximo de 165 litros de agua diariamente pese a que la OMS indica que una persona debe de consumir 100 litros diarios. (Torres, 2015)

En el último informe dado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, menciona al Perú entre los 12 países que vienen enfrentando el estrés hídrico, problemática

que se viene incrementando debido a las malas costumbres de la población hacia el abuso en el uso inadecuado del agua. (IPCC, 2021)

Por lo mencionado anteriormente, vemos que no se ha tomado medidas orientadas a los hogares ni a promover el uso adecuado de este recurso como es el agua. En la posterior investigación nos enfocaremos en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero de la ciudad de Arequipa, el cual no cuenta con un sistema de reutilización de aguas grises.

Las aguas grises son las que provienen de las lavadoras, bañeras y lavamanos; tiene esta denominación porque son aguas residuales que tuvieron un uso leve, que pueden comprender cabello, jabón o algunas bacterias pero que están aptas para regar las plantas. Por tanto, no tiene sentido que se envíe las aguas grises a las aguas negras (Líquidos contaminados que pasan por un tratamiento riguroso antes de ser usados), considerando que las aguas grises son aptas para reutilizarlas.

Por ello mediante la presente investigación se quiere dar una solución viable al vertimiento de aguas grises de lavadora, por lo que se plantea diseñar un prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes para los hogares del distrito de José Luis Bustamante y Rivero de la ciudad de Arequipa.

Lo que se quiere con esta investigación es que las familias arequipeñas adopten buenas practicas acerca del uso responsable del agua potable, dado que, en la actualidad no se han tomado medidas a nivel domiciliario para evitar el derroche de este importante recurso hídrico, hay un gran desconocimiento por parte de los consumidores en cuanto a la cantidad de agua potable que por ejemplo demanda el regado de una determinada área verde, por lo que se considera importante implementar sistemas eficientes y sostenibles a bajo coste accesible a cualquier familia para que mediante esta nueva propuesta de investigación, se evite el consumo desmesurado de agua potable hacia actividades que no requieren calidad

potable y de esta manera promover su ahorro.

Por lo mencionado anteriormente se considera que el consumo del agua se da en función a los individuos y sus estilos de vida, es por ello que es importante que cada individuo emplee de una manera adecuada este recurso en su entorno, así lograremos optimizar su administración eficientemente ya que, si se continúa desperdiciando este recurso tan importante, no se podrá asegurar un abastecimiento sostenible en todo el mundo.

#### 1.4. Justificación

**Práctica:** Un aspecto fundamental del ingeniero industrial es brindar soluciones a los problemas que encontramos en nuestro entorno, con ellos contribuimos a la sociedad en su crecimiento progresivo, por tanto es una clara oportunidad para aplicar los conocimientos adquiridos en nuestra formación; al realizar la presente investigación se pretende dar solución al desperdicio de agua grises de lavadora mediante la creación de un prototipo almacenará, tratará y reutilizará las aguas grises de lavadora ,el agua se usará para el riego de áreas verdes de los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero de la ciudad de Arequipa, este será controlado por un sistema automatizado que mediante sensores distribuirá agua filtrada de lavadora a áreas verdes mediante medición del PH del agua, balance de la humedad de la tierra y un sensor de lluvias y así poder reutilizar aguas grises de lavadora dando así una solución al vertimiento aguas grises de los hogares y de alguna manera contribuir al no desperdicio de este importante recurso hídrico.

**Teórica:** La investigación servirá como base referencial para futuras investigaciones de ingeniería industrial, sistemas, electrónica, mecánica, eléctrica, meca trónica, agrícola.

**Social:** Se logrará la reducción del uso del recurso agua a nivel domiciliario teniendo un enfoque sostenible, por lo que ayudará a disminuir la problemática mundial y sobre todo

del Perú.

**Económica:** La investigación servirá como base para proyectos futuros que desee realizar la municipalidad de José Luis Bustamante y Rivero u otras municipalidades en cuanto al ahorro del agua fomentando en los ciudadanos el aprovechamiento de esta, así mismo se considera que gracias a este novedoso sistema de reutilización que ya viene siendo utilizado en otros países se tendrá un ahorro considerable en el pago de agua mensual.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivos de la investigación

#### 2.1.1. Objetivo general

Diseñar un prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes para los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero Arequipa.

#### 2.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el punto de vista que tienen las familias del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero sobre el prototipo de aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes.
- Diseñar un filtro del prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes.
- Determinar la cantidad de agua filtrada para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes.
- Estimar los costos y proyectar un modelo de negocio del prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Conceptos básicos

##### 3.1.1. El tratamiento de aguas

Uno de nuestros recursos básicos es el agua, la cual garantiza que todos los seres vivos del planeta puedan vivir. Así mismo un derecho fundamental del ser humano, es tener el acceso a agua, saneamiento e higiene, pero pese a ello miles de personas de todo el mundo se enfrentan diariamente a enormes dificultades para acceder a los servicios más básicos. (Jacipt, 2016)

El ser humano es la causa principal de la contaminación del agua, Más del 80 % de las aguas residuales que resultan de la actividad humana son vertidas en ríos o en el mar sin llevar consigo ningún tipo de tratamiento de agua, lo que causa su contaminación. (Camacho, 2021)

Las actividades del ser humano influyen negativamente, asimismo existen distintas causas que afectan a la contaminación del agua, los desechos industriales este tipo de industria es la más común en provocar la contaminación del agua, miles de empresas no reconocen el buen uso que se debe dar a este recurso. (González, 2016)

Para mejorar en cuanto a la contaminación de agua es necesario realizar el tratamiento de esta, este tipo de proceso permitirá la disminución de la contaminación que son de distintitos tipos físico, químico, físico – químico o biológico con estas características podemos mantener las características apropiadas para su uso, así mismo se debe de regir en las normativas de cada país a nivel mundial. (Zambrano, 2015)

Dichos procesos de tratamientos de aguas residuales constan de tres etapas:

- Primario:

Este proceso está referido a la retención temporal del agua residual, en un recipiente de reposo, donde los sólidos pesados se asientan en el fondo mientras que sólidos como el aceite, grasa y más ligeros flotan en la superficie.

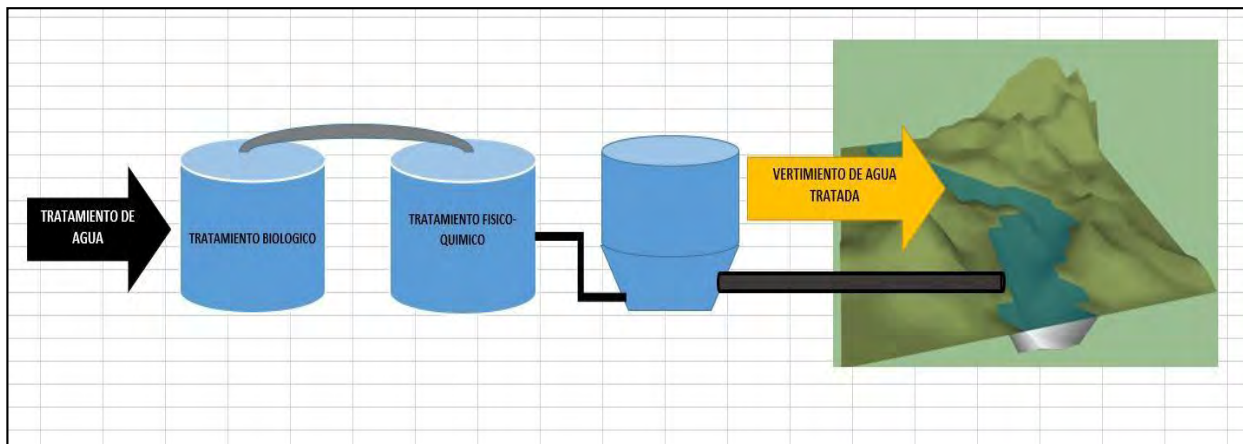
- Secundario:

Este proceso ayuda en la exclusión de la materia orgánica, mediante este proceso de oxidación de naturaleza biológica, se logra la disminución de sustancias de contenido biológico del agua residual, provocado por las industrias grandes a nivel mundial, el objetivo principal es que ayuda a prevenir la etapa del proceso de tratamiento de agua residual.

- Terciario

Es la fase final del tratamiento primario y secundario de aguas residuales, en el cual se realizan el proceso para incrementar la calidad de agua manteniendo un estándar para precisar en la descarga en ríos, mares, etc.

Esta fase es la más importante ya que permite permitir el rechazo en un ecosistema muy sensible o frágil. El agua es desinfectada antes de la descarga en una corriente; río, lagunas, también es utilizada en el riego de plantaciones u otra disposición final. Si es adecuada, puede ser utilizada para la recarga subterránea. (Rodríguez, 2016)



*Figura 1. Tratamiento de agua*

### 3.1.2. Tratamiento de aguas grises

Las aguas grises son aguas residuales, que normalmente se encuentran en la actividad diaria, como son el lavado de ropa, lavado de platos, en el baño, etc. Dichas aguas podrían ser reutilizadas en lugares como el riego de jardines.

Para dar solución al uso de aguas grises de la higiene personal (duchas, lavados entre otros), es que pueden ser utilizadas en aplicaciones como (inodoros, lavadoras, limpieza, etc.), donde no es necesario utilizar agua potable. (Alavarado & Camacho, 2021)

Los sistemas de reutilización de aguas grises tienen la ventaja de ahorrar el 30% hasta 45% de agua potable. Así mismo el reutilizar el agua no solo reduce el costo de agua potable también protege las reservas de agua subterránea y disminuye la carga de aguas residuales.

Cabe mencionar que este tipo de sistemas pueden instalarse en los domicilios, así mismo se puede llegar a ahorrar un estimado de 45 litros de agua potable y

aguas residuales por persona y al día. En lugares públicos, puede que llegue ahorrar 60 litros por persona al día.

Los principales beneficios de reutilización de las aguas grises, es que se daría un uso menor de aguas frescas, un inferior caudal a las fosas sépticas o plantas de tratamiento, logrando que se purifique teniendo alta efectividad, así mismo para algunas zonas donde no puede utilizarse otro tipo de proceso de tratamiento, reduciendo el uso de desechos químicos donde se puede dar la posibilidad de sembrar plantas.

La sociedad necesita avanzar y realizar procesos ecológicos a manera de prevenir la contaminación, asimismo aplicar procesos anaerobios están basados en tratamientos de residuos orgánicos y recuperación de energía, las ventajas que se obtienen son económicas y ambientales.

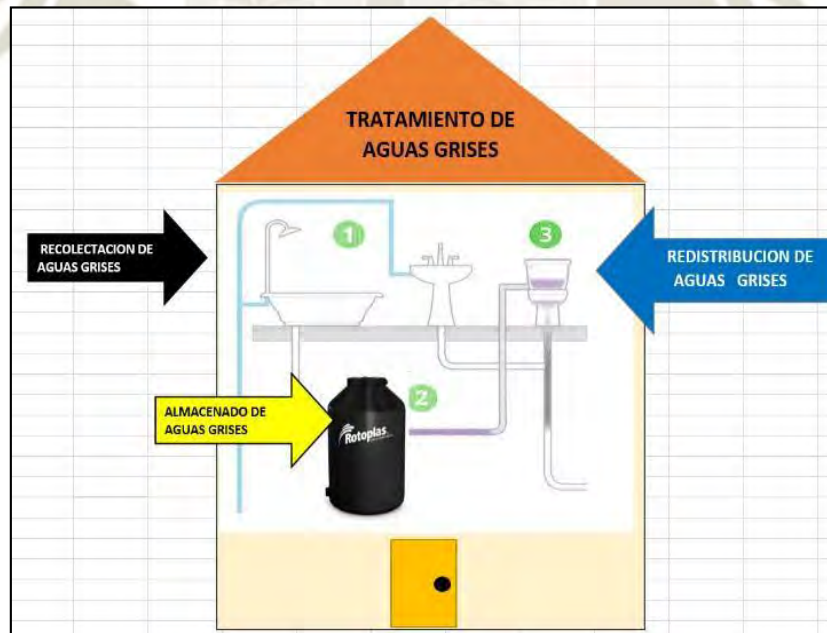


Figura 2. Tratamiento de aguas grises

Elaboración propia

### 3.1.3. Beneficios de las aguas grises

Aprovechar las aguas grises, dentro de las prácticas sustentables del uso de agua, es un componente importante así mismo existen una variedad de beneficios de aguas grises en lugar de agua potable para el riego en cualquier lugar.

Utilizar aguas grises puede:

- Controlar y reducir el uso de potable de 16% a 40%, dependiendo del lugar si es casa propia u lugar público.
- Reducir y prevenir la alta suba de consumo de agua.
- Alternar el abastecimiento de aguas municipales y mantener una fuente de origen que brinde una alternativa de riego, manteniendo la mejora del agua tratada para la reducción las necesidades de energía y químicos usados para tratar las aguas residuales.

Otro servicio que ayude a utilizar las aguas grises, es que las industrias de donde proviene el agua informen a la población la procedencia del agua que consumimos y a donde se dirigen. De tal manera así tomaremos conciencia que con la reutilización de aguas grises del hogar, preservaremos los recursos de agua para otros seres vivos. (Tovar, 2016)

Así mismo el uso del agua para los jardines, el cultivo con agua de lluvia, los baños secos y la conservación de agua, con la utilización de aguas grises como un recurso, nos ayudaran a reducir la dependencia del agua importada y así mismo proteger a nuestras cuencas hidrográficas.

Al fomentar la reutilización de aguas grises prevenimos y ayudamos a preservar los recursos para otros seres vivos. De esta manera mantendremos la armonía de manera integral usando el agua al realizar diseños en jardines, al realizar la labor con agua de lluvia, los baños secos mantendrán la conservación de agua, reutilizando las aguas grises como un recurso, nos ayudara a fomentar la prevención de agua en nuestras cuencas hidrográficas.

Los riegos de aguas grises aportan una mejor adecuación para las plantas grandes que las pequeñas. Un árbol o arbusto que estén por años, mantiene sus raíces extensas que aguantan mucho mejor las fluctuaciones en grandes cantidades de agua que en vez de las pequeñas plantas. Una de las desventajas es que en las grandes plantas necesitan más agua que las pequeñas, haciendo que más rápido y fácil al momento de realizar de repartir las aguas grises. Al momento de observar un jardín, tenemos que identificar las más fácil de regar. La gran mayoría de personas no realizan una buena partición de aguas grises, es por ello que se debe de observar de principio a fin. (Montero & Reynaldo, 2021)

#### **3.1.4. El pH**

El pH es el valor que indica la acidez o alcalinidad de una solución, el valor del pH tiene diferentes variaciones:

- Una solución que tiene un valor de pH de 0 a 7 es ácida
- Una solución que tiene un valor de pH de 7 a 14 es alcalina
- Un valor de pH de 7 es considerado neutro.
- El agua pura a temperatura ambiente tiene un pH de 7
- La mayor cantidad de medios naturales tienen un pH situado entre 5 y 6.5.

La acides puede influenciar en la capacidad de absorción y solubilidad de numerosos

elementos nutritivos como se muestra en la siguiente figura:

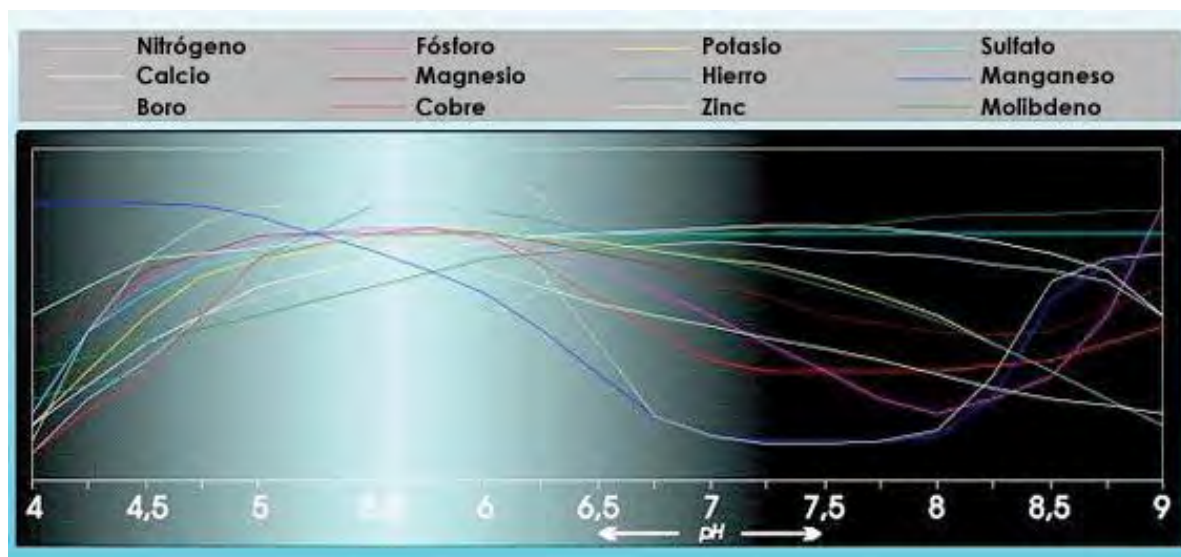


Figura 3. Grafica de acidez

Fuente: Fernández. (2019)

La acidez influye considerablemente en la estructura y descomposición de sustancias orgánicas, así como en la micro vida del suelo. El pH también repercute en el modo en que los elementos nutritivos, metales pesados y pesticidas son eliminados del suelo.

### 3.1.5. Diseño de sistemas

Según los autores Johnson & Kast & Rosenzweig (2016) refieren que cuando hablamos de la palabra diseño significa trazo, descripción o delineación. Un sistema es considerado como el conjunto de componentes que se conectan para el logro de un objetivo planeado. La función del diseño es importante ya que establece una relación entre las diversas etapas o fases de un sistema, para de esta forma concatenar y diseñar el todo compuesto.

#### A. Sistemas de reutilización.

La reutilización de las aguas está referido a la manera de volver a utilizar el recurso hídrico varias veces en procesos cotidianos que no requieran de aguas muy potabilizadas, estos procesos se dan antes de ser devueltos al dominio público y elementos de desagüe.

Por tanto, para poder ofrecer este segundo uso útil a estas aguas es necesario aplicar un tratamiento adicional al tratamiento convencional de depuración. Las aguas tratadas para su reutilización se denominan aguas regeneradas. (Escobar, 2016)

Se habla de utilizar sistemas de reutilización cuando el grado de contaminación es bajo y puede ser sometido a nuevos procesos que no requieran aguas de alta calidad. Los tamaños de estos sistemas difieren según sea el tamaño del proyecto o la necesidad, por tanto, se puede encontrar desde sistemas de reutilización que pueden ser utilizados en el hogar para los lavamanos, hasta en las grandes industrias con sistemas sofisticados y de alta tecnología.

Los sistemas de reutilización de aguas grises que se pueden aplicar en los hogares suelen ser de baja tecnología y tienen un coste económico para su instalación, a diferencia de otros sistemas que implican automatización, por lo que se necesita el uso de tecnología y por ende su costo incrementa. (Ramírez, 2016)

#### SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO BASADO EN SENSOR DE HUMEDAD Y LLUVIAS Y PH DEL AGUA

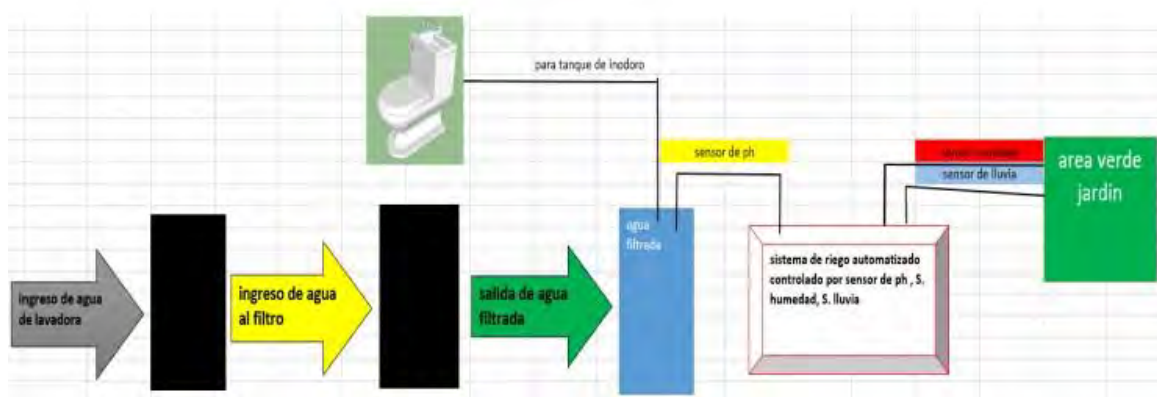


Figura 4. Sistema de riego

Elaboración propia

### 3.1.6. El Agua como recurso hídrico

El agua se considera como el recurso indispensable y vital para la supervivencia de la humanidad, es la base fundamental para que el ser humano pueda tener adecuadas condiciones higiénicas, sanitarias, de recreación y esparcimiento así mismo se utiliza en las actividades productivas o de servicios, vivienda o espacio público.

Se considera al agua como un recurso primordial para cualquier actividad que realiza el ser humano así mismo para el desarrollo económico y el bienestar social. Se promedia que se necesita 3.000 L de agua por individuo para que se generen los productos necesarios para la alimentación diaria

La población ha tenido un crecimiento acelerado, especialmente en países en vía de desarrollo; por lo que la contaminación de los cuerpos de agua superficial y subterránea; la distribución desigual del recurso hídrico y los largos períodos secos; han obligado a buscar nuevas fuentes de abastecimiento de agua, por lo que se ha considerado a las aguas residuales una fuente adicional para satisfacer la demanda del recurso.

### 3.2. Definición de términos básicos

- **Aguas grises**
- Las aguas grises son aquellas que presentan un grado tolerable de contaminación, normalmente están compuestas por jabones, detergente u otros productos de limpieza.
- **Filtro**
- Según la Real Academia (2020), es la materia porosa, como el fieltro, el papel, la esponja, el carbón, la piedra, etc., por la cual se pasa un líquido cuya finalidad es

clarificarlo de los materiales que lleva en suspensión.

- **Reutilización**

- Se define así a la acción y efecto de reutilizar.

- **Humedad relativa**

- Según Real Academia (2020), es la expresión porcentual de la cantidad de vapor de agua que se presenta en el aire con respecto a la máxima posible para unas condiciones dadas de presión y temperatura.

- **Residual**

- Pertenciente o relativo al residuo.

- **Simulación de sistema**

- Proceso de diseñar un modelo de un sistema real para luego hacer una reproducción de este modelo y con ello analizar, estudiar, verificar, aprobar el resultado de su comportamiento integral y así tener la información y conocimiento para una toma de decisión.

### 3.3. Revisión de antecedentes investigativos

#### Antecedentes nacionales

Rivadavia (2018), realizó una investigación que tuvo como objetivo general realizar la evaluación de los parámetros de un sistema de recirculación de agua gris para su uso en descarga de inodoro en una construcción piloto a nivel domiciliario a escala real. La investigación fue de tipo experimental como instrumentos se utilizó la medición de un registro sistematizado de datos donde se cuantifico el consumo de agua gris y el consumo de descarga del inodoro, los resultados que se tuvieron fue un ahorro económico con el sistema de recirculación de agua gris construido, en la facturación por servicio de agua potable y alcantarillado para 4 habitantes en una vivienda asciende a S/. 35,70 en un periodo.

Rodas (2019), realizó una investigación ,donde su objetivo general fue evaluar el impacto de esta reutilización, la investigación fue de tipo explicativa no experimental, la muestra fue 104 viviendas, después del desarrollo se concluyó que el impacto de la reutilización del agua gris en la sostenibilidad económica del agua potable es negativo, esto debido a que de acuerdo a los indicadores rentabilidad se presentó un VAN de - S/ 26,008,992 soles; como resultado de que, el costo de inversión, operación y mantenimiento superaron los beneficios económicos.

### **Antecedentes internacionales**

Vásconez & Chamba ( 2013), realizaron una investigación ,cuyo objetivo fue desarrollar un proyecto técnico, en el que se creó, un diseño de un sistema de riego automático tecnificado que reflejo los procesos de la irrigación del terreno agrícola .La investigación fue de tipo experimental , como instrumento se utilizó microcontroladores los cuales analizaron y compararon los actuadores que debían ser activados para que funcione el sistema, tuvo como población a los pobladores del distrito de Balerio Estacio, después de procesar todos los resultados, se concluyó que el sistema funcionó de la manera adecuada obteniendo información en tiempo real, gracias a sus sensores de humedad, logrando enviar esta información hacia el teléfono celular .

Los autores Díaz & Ramirez (2016), realizaron una investigación donde su objetivo general fue Diseñar un sistema de tratamiento y reutilización del agua de la lavadora aplicado a los hogares de Bogotá D.C., su metodología fue de tipo experimental, para la recolección de datos se utilizó fuentes bibliográficas además de trabajar sobre la norma de agua en el país, su instrumento fue la encuesta, la cual se aplicó a la población para tener como una base, cuanto conocen del desperdicio de agua que realizan diariamente. Después de procesar los resultados se concluyó que al implementar el proyecto se tuvo un ahorro del 25.5% del consumo total de agua en la vivienda.

#### 4. HIPÓTESIS

Dado que actualmente es inexistente un sistema de tratamiento de agua de lavadora que distribuya el agua mediante un sistema automatizado de medición de PH y riego áreas verdes mediante el balance correcto de la humedad es probable que al Diseñar un prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes para los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa, sea la solución más adecuada para el vertimiento de aguas grises de los hogares.



## CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

### 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

#### 1.1. Técnicas

- Encuestas virtuales

#### 1.2. Instrumentos

Cuestionario estructurado aplicado a los pobladores del distrito de José Luis Bustamante y Rivero , para realizar el diagnostico de nuestra investigación .

#### 1.3. Materiales de verificación

- Datos experimentales de la medición del Ph del agua tratada

### 2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

#### 2.1. Ámbito

Distrito de José Luis Bustamante y Rivero

#### 2.2. Unidades de estudio

**Población:** Hogares del distrito de José Luis Bustamante y Rivero.

**Muestra:** Para la implementación en tiempo real se considerará un hogar del distrito de José Luis Bustamante y Rivero.

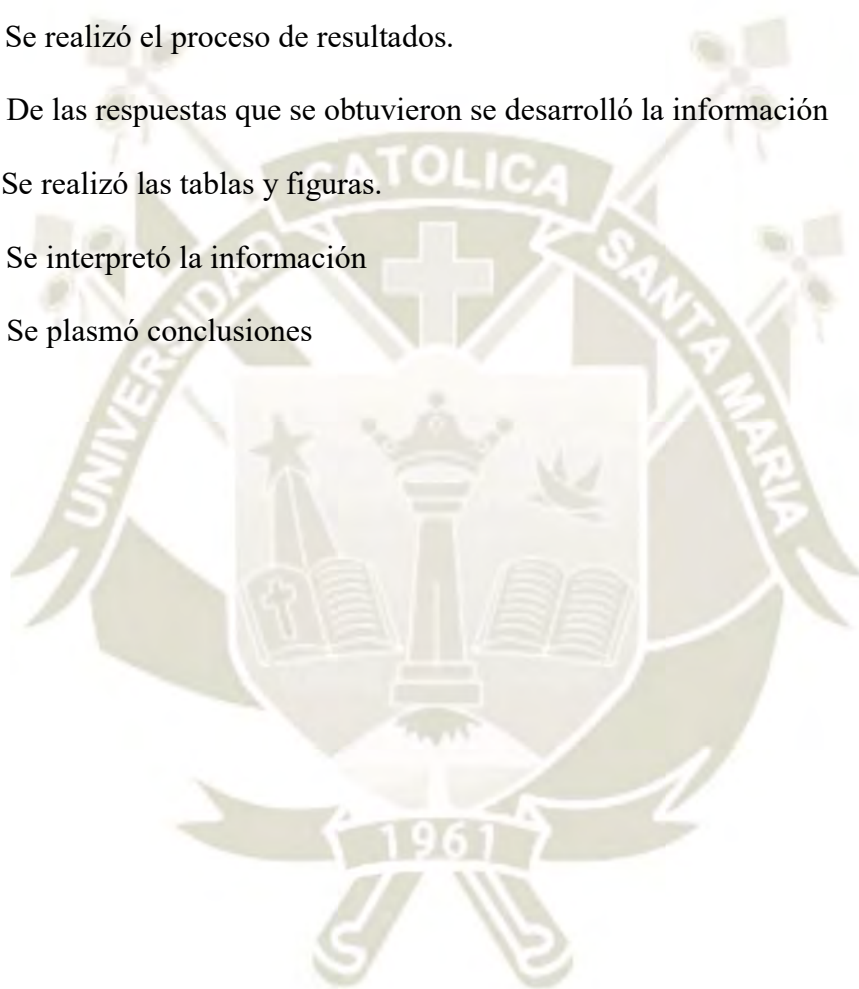
#### 2.3. Temporalidad

Año 2021

### 3. ESTRATEGIAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.1. Organización

- a. Se aplicaron los instrumentos mediante Google Drive a la población en estudio.
- b. Se procedió a la codificación de variables.
- c. Se desarrolló de la sábana de datos.
- c. Se realizó el proceso de resultados.
- d. De las respuestas que se obtuvieron se desarrolló la información
- f. Se realizó las tablas y figuras.
- g. Se interpretó la información
- h. Se plasmó conclusiones



## CAPÍTULO III RESULTADOS

### 1. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

#### Diagnóstico de la situación actual

Según el INEI en el Perú se ha incrementado el uso de agua en los hogares, a continuación, se muestra tablas estadísticas, así como la encuesta aplicada a los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero.

Tabla 1. Población con acceso al agua

Formas de abastecimiento de agua	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	(Puntos porcentuales)	
								2019/2018	2019/2013
<b>Nacional</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		
<b>Por red pública en la vivienda</b>	<b>86,1</b>	<b>87,6</b>	<b>88,2</b>	<b>89,2</b>	<b>89,4</b>	<b>90,7</b>	<b>90,8</b>	<b>0,1</b>	<b>4,7***</b>
Dentro de la vivienda	79,9	81,2	82,1	83,8	84,1	85,3	85,5	0,1	5,6***
Fuera de la vivienda (dentro del edificio)	4,4	4,3	4,3	3,9	4,0	4,1	4,1	0,0	-0,2
Pilón de uso público	1,8	2,1	1,8	1,5	1,3	1,3	1,2	-0,1	-0,6**
<b>Sin acceso a red pública</b>	<b>13,9</b>	<b>12,4</b>	<b>11,8</b>	<b>10,8</b>	<b>10,6</b>	<b>9,3</b>	<b>9,2</b>	<b>-0,1</b>	<b>-4,7***</b>
Camión - cisterna u otro similar	1,6	1,7	1,5	a/ 1,3	a/ 1,3	a/ 1,2	a/ 1,2	a/ -0,1	-0,5
Pozo	2,8	2,5	2,1	1,9	2,0	1,9	1,7	-0,2	-1,1***
Río, acequia, manantial o similar	6,6	5,3	4,7	4,5	4,1	3,3	3,6	0,2	-3,1***
Otra forma	2,8	3,0	3,5	3,1	3,3	2,8	2,8	0,0	0,0
<b>Urbana</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		
<b>Por red pública en la vivienda</b>	<b>93,4</b>	<b>93,6</b>	<b>93,9</b>	<b>94,5</b>	<b>94,4</b>	<b>95,3</b>	<b>94,9</b>	<b>-0,4</b>	<b>1,5***</b>
Dentro de la vivienda	86,1	86,2	87,2	88,9	88,4	89,1	88,9	-0,2	2,8***
Fuera de la vivienda (dentro del edificio)	5,4	5,3	5,0	4,2	4,8	5,0	4,9	0,0	-0,4
Pilón de uso público	1,9	2,1	1,7	1,4	1,2	a/ 1,1	a/ 1,0	a/ -0,1	-0,9***
<b>Sin acceso a red pública</b>	<b>6,6</b>	<b>6,4</b>	<b>6,1</b>	<b>5,5</b>	<b>5,6</b>	<b>4,7</b>	<b>5,1</b>	<b>0,4</b>	<b>-1,5***</b>
Camión - cisterna u otro similar	2,0	a/ 1,9	a/ 1,6	a/ 1,5	a/ 1,3	a/ 1,3	a/ 1,3	a/ 0,0	-0,7
Pozo	1,5	1,2	1,2	1,0	1,1	0,9	1,0	0,1	-0,5*
Río, acequia, manantial o similar	0,5	a/ 0,4	a/ 0,5	a/ 0,4	a/ 0,4	a/ 0,2	a/ 0,4	a/ 0,2	-0,1
Otra forma	2,7	2,9	2,9	2,6	2,8	2,3	2,4	0,1	-0,3
<b>Rural</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>		
<b>Por red pública en la vivienda</b>	<b>63,2</b>	<b>68,3</b>	<b>69,5</b>	<b>71,2</b>	<b>72,2</b>	<b>74,4</b>	<b>75,6</b>	<b>1,2</b>	<b>12,5***</b>
Dentro de la vivienda	60,5	65,3	65,5	66,6	69,3	71,7	72,8	1,0	12,3***
Fuera de la vivienda (dentro del edificio)	1,2	1,1	1,9	a/ 2,8	1,3	a/ 0,9	1,1	0,2	-0,2
Pilón de uso público	1,4	2,0	a/ 2,0	a/ 1,7	a/ 1,6	a/ 1,8	a/ 1,8	a/ 0,0	0,3
<b>Sin acceso a red pública</b>	<b>36,8</b>	<b>31,7</b>	<b>30,5</b>	<b>28,8</b>	<b>27,8</b>	<b>25,6</b>	<b>24,4</b>	<b>-1,2</b>	<b>-12,5***</b>
Camión - cisterna u otro similar	0,6	a/ 1,1	a/ 1,1	a/ 0,7	a/ 1,0	a/ 1,0	a/ 0,7	a/ -0,3	0,1
Pozo	7,0	6,5	5,3	5,1	4,9	5,3	4,2	a/ -1,1	-2,9**
Río, acequia, manantial o similar	25,9	20,7	18,8	18,3	17,0	14,5	15,2	0,6	-10,7***
Otra forma	3,4	3,3	5,4	4,7	4,9	4,8	4,4	-0,4	1,0**

Fuente: INEI (2019, pag. 11)

En la tabla anterior se puede visualizar que porcentaje de la población accedió a agua por red pública en el año 2019 el cual fue 90.8%. También podemos visualizar que en el periodo del año 2013 al 2019 hubo un incremento de 4,7 puntos. En otro aspecto, la población que no tiene acceso al agua por red pública en la vivienda disminuyó 4,7 puntos

entre los años 2013 al 2019 en una escala de porcentaje del 13.9% a 9.2%. En tanto al área de residencia, en el área urbana tuvo un 94,9% de alcance; en el área rural el porcentaje fue de 75,6%, por ende se puede ver que es el área que tuvo mayor nivel de crecimiento 12.5 puntos que accedió a agua.



Figura 5. Grafica de tendencia de acceso al agua

Fuente: INEI (2019), pág.12

Podemos visualizar en la gráfica anterior que a nivel nacional, hay un incremento porcentual de la población que tiene acceso al agua mediante la red pública. Lo que se entiende, es que hay en su mayoría la población tendría un mayor acceso de agua por la red pública de vivienda.

### 1.1. Análisis de resultados

Según Sampieri (1998), indica que la muestra es un extracto representativo de la población. Para determinar la muestra se utilizó la siguiente formula:

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

N = Total de población	76410
$Z_{\alpha}^2 = 1.645$ (si la seguridad es del 90%)	1.645
p = proporción esperada (en este caso 50% = 0.5)	0.5
q = 1 – p (en este caso 1-0.5 = 0.5)	0.5
d = precisión (en este caso se quiere un 5%).	0.05

$$n = \frac{(76410) (1.645)^2 (0.5) (0.5)}{(0.05)^2 (76410-1) + (1.645)^2 (0.5) (0.5)}$$

$$n = \frac{51691.8425625}{191.69900625}$$

$$n = 270$$

**Criterio de exclusión:**

Por motivo la pandemia se realizó una encuesta virtual cuyo formulario fue enviado a distintas familias del distrito de José Luis Bustamante y Rivero de las cuales solo respondieron la encuesta 50 y es la cantidad que se ha considerado para el procesamiento de resultados.

Tabla 2. ¿Cuántas personas viven en su hogar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Solo 1 persona	11	22,0	22,0
	2 personas	8	16,0	16,0
	De 3 a 4 personas	19	38,0	38,0
	Más de 5 personas	12	24,0	24,0
	Total	50	100,0	100,0

Elaboración propia

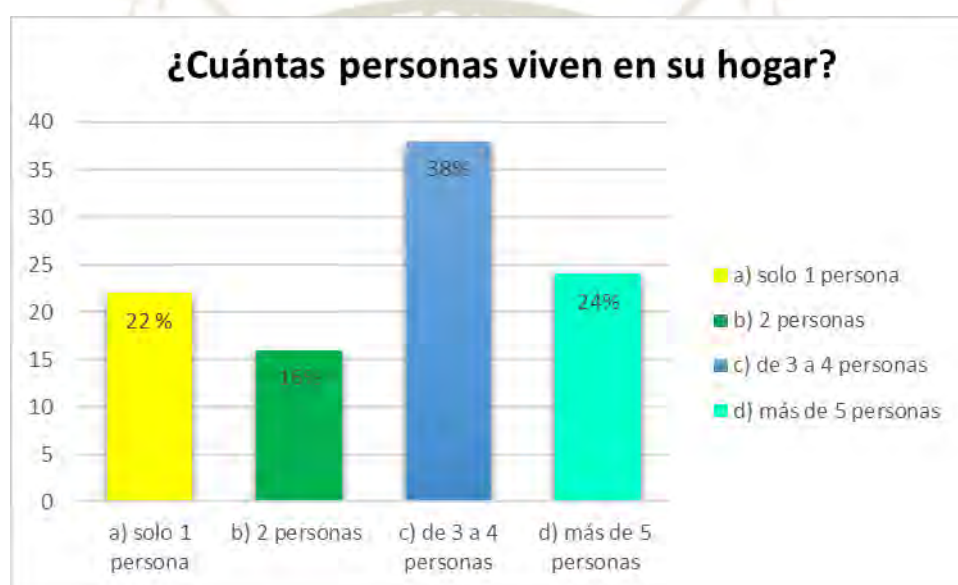


Figura 6. ¿Cuántas personas viven en su hogar?

Elaboración propia

### Interpretación

En la tabla y figura anterior se muestra que sobre la pregunta planteada: ¿Cuántas personas viven en su hogar?, de la encuesta: aplicada a los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, observamos que el 38% respondió que en su hogar viven de 3 a 4 personas, el 24% respondió que viven más de 5 personas, el 22% indicó que vive solo 1 persona, mientras que un 16% indica que viven 2 personas.

Tabla 3. ¿Su hogar cuenta con maquina lavadora?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Si	40	80,0	80,0
	No	10	20,0	20,0
	Total	50	100,0	100,0

Elaboración propia



Figura 7. ¿Su hogar cuenta con maquina lavadora?

Elaboración propia

### Interpretación

En la tabla y figura anterior se muestra que sobre la pregunta planteada: ¿Su hogar cuenta con maquina lavadora?, de la encuesta: aplicada a los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, observamos que el 80% respondió que sí, mientras que un 20% indica no.

Tabla 4. ¿De cuántos kilos es la capacidad de su lavadora?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	9 kg	20	50,0	50,0
	13 kg	14	35,0	35,0
	16kg	6	15,0	15,0
	20 kg	0	0,0	0,0
	Total	40	100,0	100,0



Figura 8. ¿De cuántos kilos es la capacidad de su lavadora?

Elaboración propia

### Interpretación

En la tabla y figura anterior se muestra que sobre la pregunta planteada: ¿De cuántos kilos es la capacidad de su lavadora?, de la encuesta: aplicada a los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, observamos que el 50% respondió que la capacidad de su lavadora es de 9kg, el 35% indicó que el peso es de 13kg, mientras que un 15% indica que es de 16kg

Tabla 5. ¿Con que frecuencia lavan ropa en su hogar?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	1 vez a la semana	16	40,0
	2 a 3 veces a la semana	21	53,0
	4 veces a más	3	7,0
	Total	40	100,0

Elaboración propia

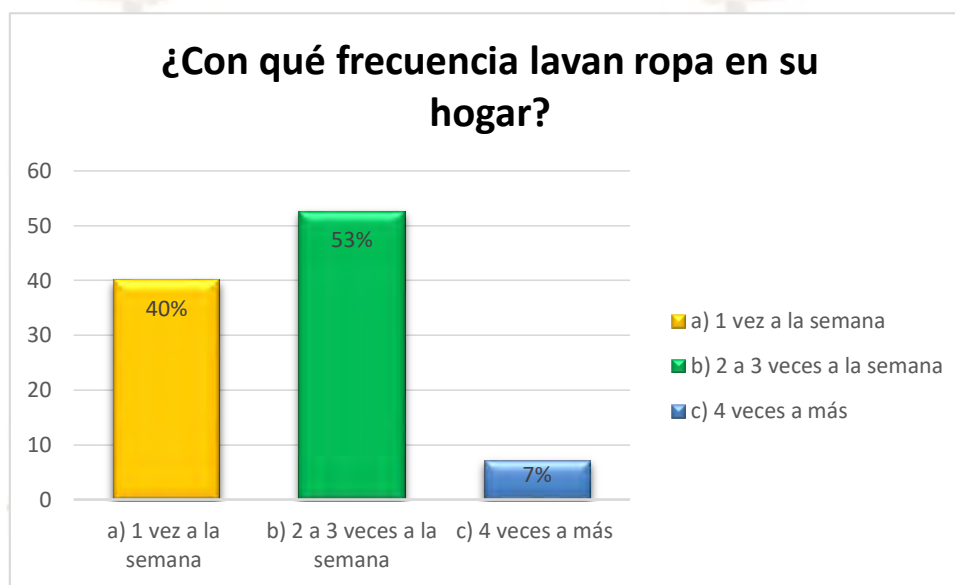


Figura 9. ¿Con que frecuencia lavan ropa en su hogar?

Elaboración propia

### Interpretación

En la tabla y figura anterior se muestra que sobre la pregunta planteada: ¿Con que frecuencia lavan ropa en su hogar?, de la encuesta: aplicada a los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, observamos que el 53% respondió que lo hace 2 a 3 veces a la semana, el 40% indicó que lo hace 1 vez a la semana, mientras que un 7% indica que lo hace de 4 veces a más.

Tabla 6. ¿Sabe cuántos litros de agua utiliza por cada lavada?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Si	2	5,0	5,0
	No	38	95,0	95,0
	Total	40	100,0	100,0

Elaboración propia

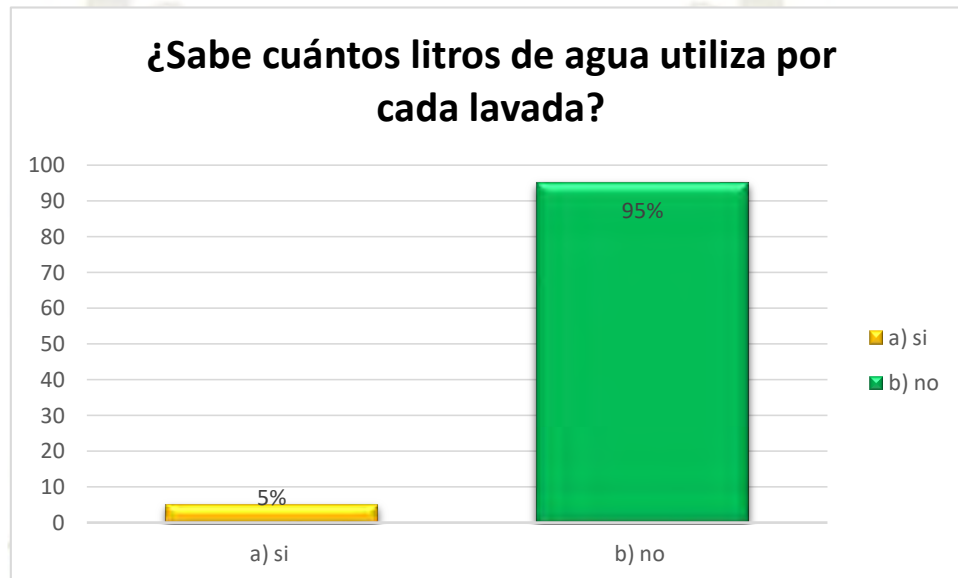


Figura 10. ¿Sabe cuántos litros de agua utiliza por cada lavada?

Elaboración propia

### Interpretación

En la tabla y figura anterior se muestra que sobre la pregunta planteada: ¿Sabe cuántos litros de agua utiliza por cada lavada?, de la encuesta: aplicada a los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, observamos que el 95% respondió que no, mientras que solo un 5% indica que sí.

Tabla 7. ¿Actualmente reutiliza el agua gris que desecha su lavadora?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Si	16	40,0	40,0
	No	24	60,0	60,0
	Total	40	100,0	100,0

Elaboración propia



Figura 11. ¿Actualmente reutiliza el agua gris que desecha su lavadora? responde brevemente

Elaboración propia

### Interpretación

En la tabla y figura anterior se muestra que sobre la pregunta planteada: ¿Actualmente reutiliza el agua gris que desecha su lavadora?, de la encuesta: aplicada a los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, observamos que el 60% respondió que no, mientras que un 40% indica que sí.

Tabla 8. ¿Su hogar cuenta con áreas verdes ejemplo: jardín, huerta, etc.?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Si	28	70,0	70,0
	No	12	30,0	30,0
Total		40	100,0	100,0

Elaboración propia

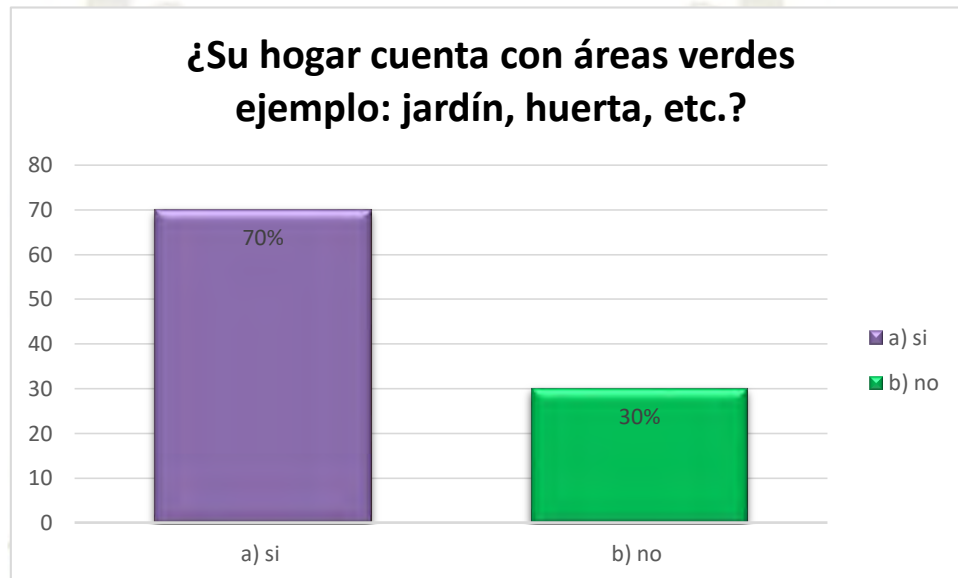


Figura 12. ¿Su hogar cuenta con áreas verdes ejemplo: jardín, huerta, etc.?

Elaboración propia

### Interpretación

En la tabla y figura anterior se muestra que sobre la pregunta planteada: ¿Su hogar cuenta con áreas verdes ejemplo: jardín, huerta, etc.?, de la encuesta: aplicada a los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, observamos que el 70% respondió que sí, mientras que un 30% indica que no.

Tabla 9. ¿De cuántos pisos es su hogar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	1 piso	9	22,0	22,0
	2 pisos	20	50,0	50,0
	3 a más pisos	11	28,0	28,0
	Total	40	100,0	100,0

Elaboración propia

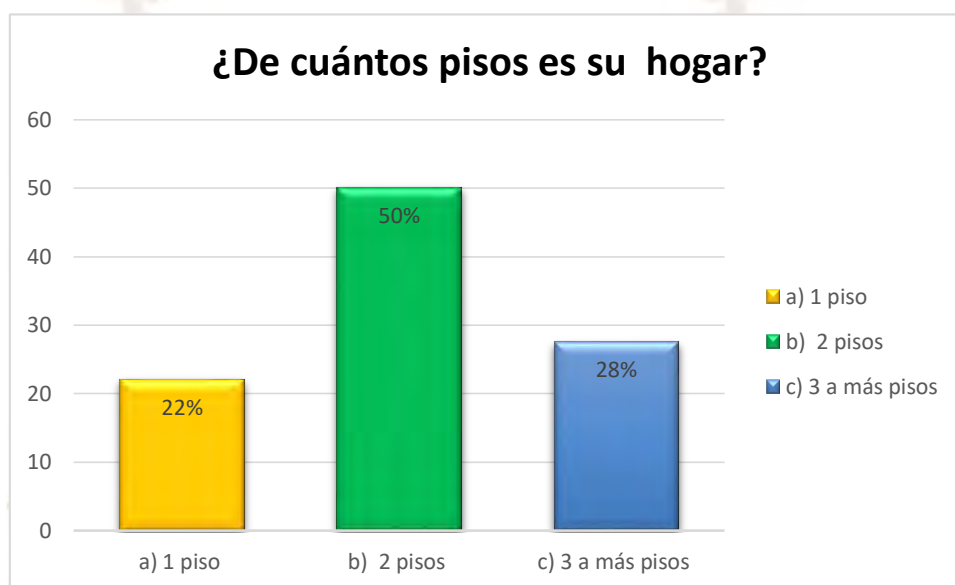


Figura 13. ¿De cuántos pisos es su hogar?

Elaboración propia

### Interpretación

En la tabla y figura anterior se muestra que sobre la pregunta planteada: ¿De cuántos pisos es su hogar?, de la encuesta: aplicada a los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, observamos que el 50% respondió que su hogar es de 2 pisos, el 28% indicó que es de 3 a más pisos, mientras que un 22 % indica que es de 1 piso.

Tabla 10. ¿Si hubiera un sistema de reutilización de aguas grises de lavadora para su aprovechamiento en áreas verdes y vertimiento de sanitarios lo implementaría en su hogar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Si	32	80,0	80,0
	No	8	20,0	20,0
Total		40	100,0	100,0

Elaboración propia

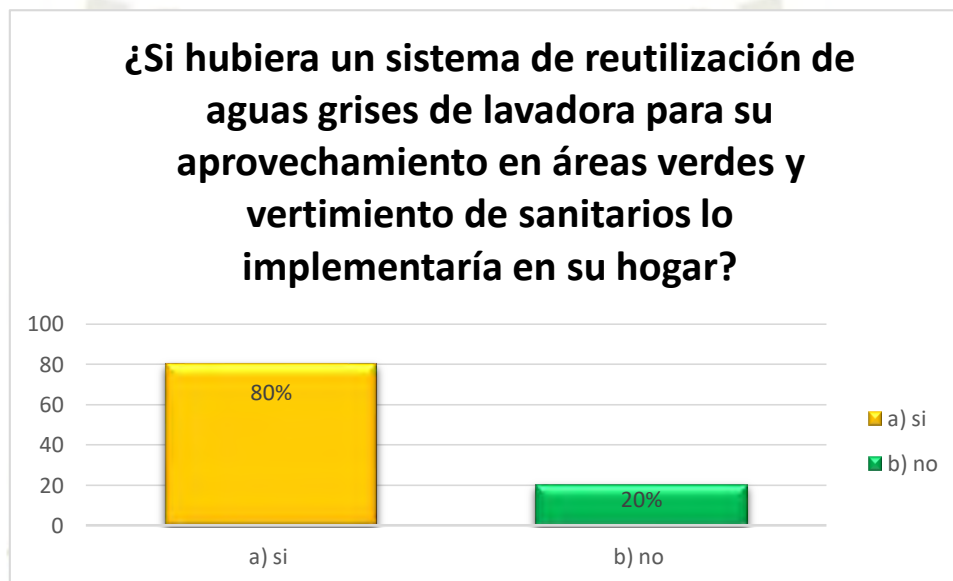


Figura 14. ¿Si hubiera un sistema de reutilización de aguas grises de lavadora para su aprovechamiento en áreas verdes y vertimiento de sanitarios lo implementaría en su hogar?

Elaboración propia

### Interpretación

En la tabla y figura anterior se muestra que sobre la pregunta planteada: ¿Si hubiera un sistema de reutilización de aguas grises de lavadora para su aprovechamiento en áreas verdes y vertimiento de sanitarios lo implementaría en su hogar?, de la encuesta: aplicada a los hogares

del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, observamos que el 80% respondió que sí, mientras que un 20% indica que no.

Tabla 11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por dicho sistema?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	450 a 550	38	95,0	95,0
	550 a 650	2	5,0	5,0
	650 a 750	0	0,0	0,0
	750 a más	0	0,0	0,0
	Total	40	100,0	100,0

Elaboración propia

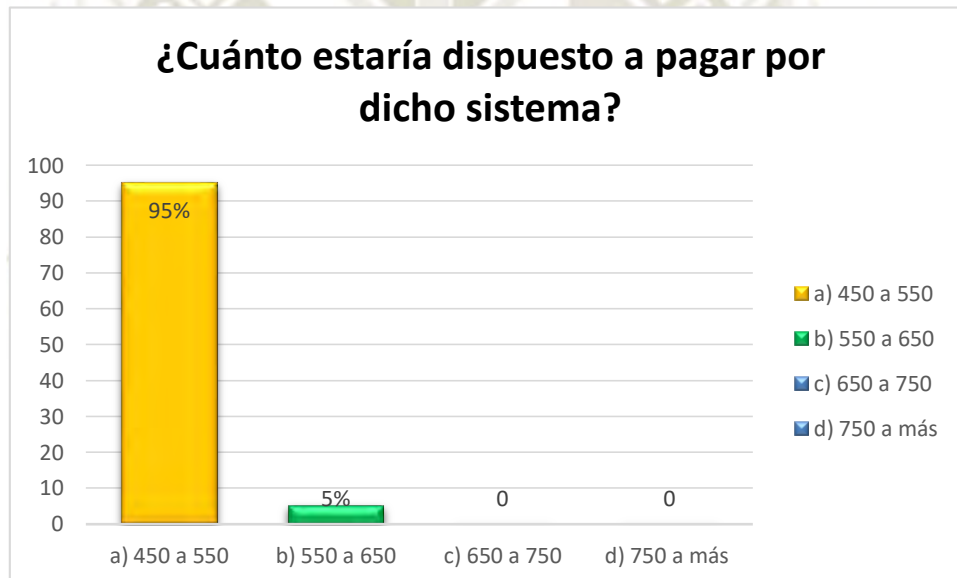


Figura 15. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por dicho sistema?

Elaboración propia

### Interpretación

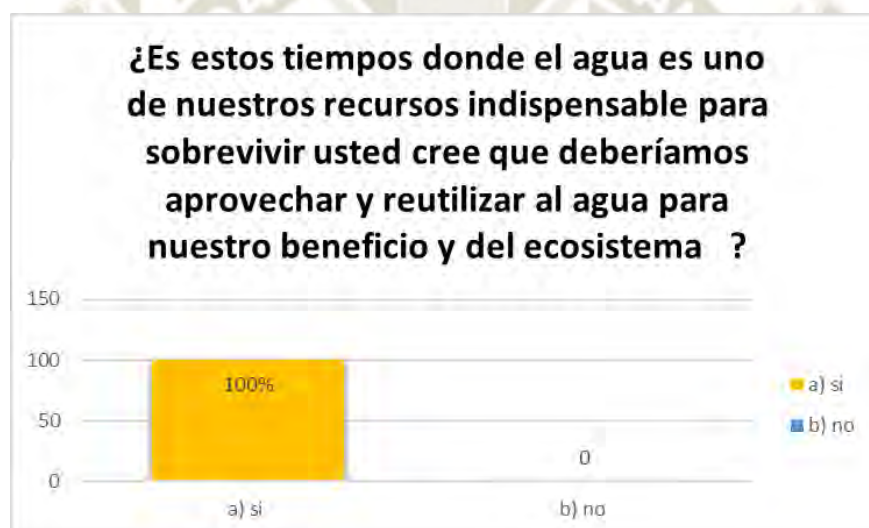
En la tabla y figura anterior se muestra que sobre la pregunta planteada: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por dicho sistema?, de la encuesta: aplicada a los hogares del Distrito de José

Luis Bustamante y Rivero, observamos que el 95% respondió que pagaría de 450 a 550 soles, mientras que un 5% indica que pagaría de 550 a 660.

*Tabla 12. ¿Es estos tiempos donde el agua es uno de nuestros recursos indispensable para sobrevivir usted cree que deberíamos aprovechar y reutilizar al agua para nuestro beneficio y del ecosistema?*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Si	40	100,0	100,0
	No	0	0,0	0,0
	Total	40	100,0	100,0

Elaboración propia



*Figura 16. ¿Es estos tiempos donde el agua es uno de nuestros recursos indispensable para sobrevivir usted cree que deberíamos aprovechar y reutilizar al agua para nuestro beneficio y del ecosistema?*

Elaboración propia

## Interpretación

En la tabla y figura anterior se muestra que sobre la pregunta planteada: ¿Es estos tiempos donde el agua es uno de nuestros recursos indispensable para sobrevivir usted cree que deberíamos aprovechar y reutilizar al agua para nuestro beneficio y del ecosistema?, de la encuesta: aplicada a los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, observamos que el 100% respondió que sí

## 2. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

### DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS GRISES DE LAVADORA EN RIEGO DE ÁREAS VERDES.

#### 2.1. Diseño del prototipo

Lo primero en realizar fue un modelo gráfico 3D del sistema de almacenado y filtrado donde se realizó el boceto de cada uno de los componentes, usando como herramienta el software inventor para tener un modelo gráfico del cual se pudo armar el prototipo a modelo escala.

Para el sistema de almacenado se realizó el diseño 3D de los siguientes componentes:

- Tanque primario de almacenado de agua
- filtro
- Tanque secundario de almacenado de agua
- Tubería de conexión
- Tubería de salida
- Base de tanques

##### 2.1.1. Descripción de los componentes:

**Tanque primario de almacenamiento de agua:** Es un recipiente con una capacidad de 60 litros, en el cual se almacenará el agua que desecha la lavadora después del ciclo de lavado y enjuague, dentro del cual también estará colocado el filtro de agua.

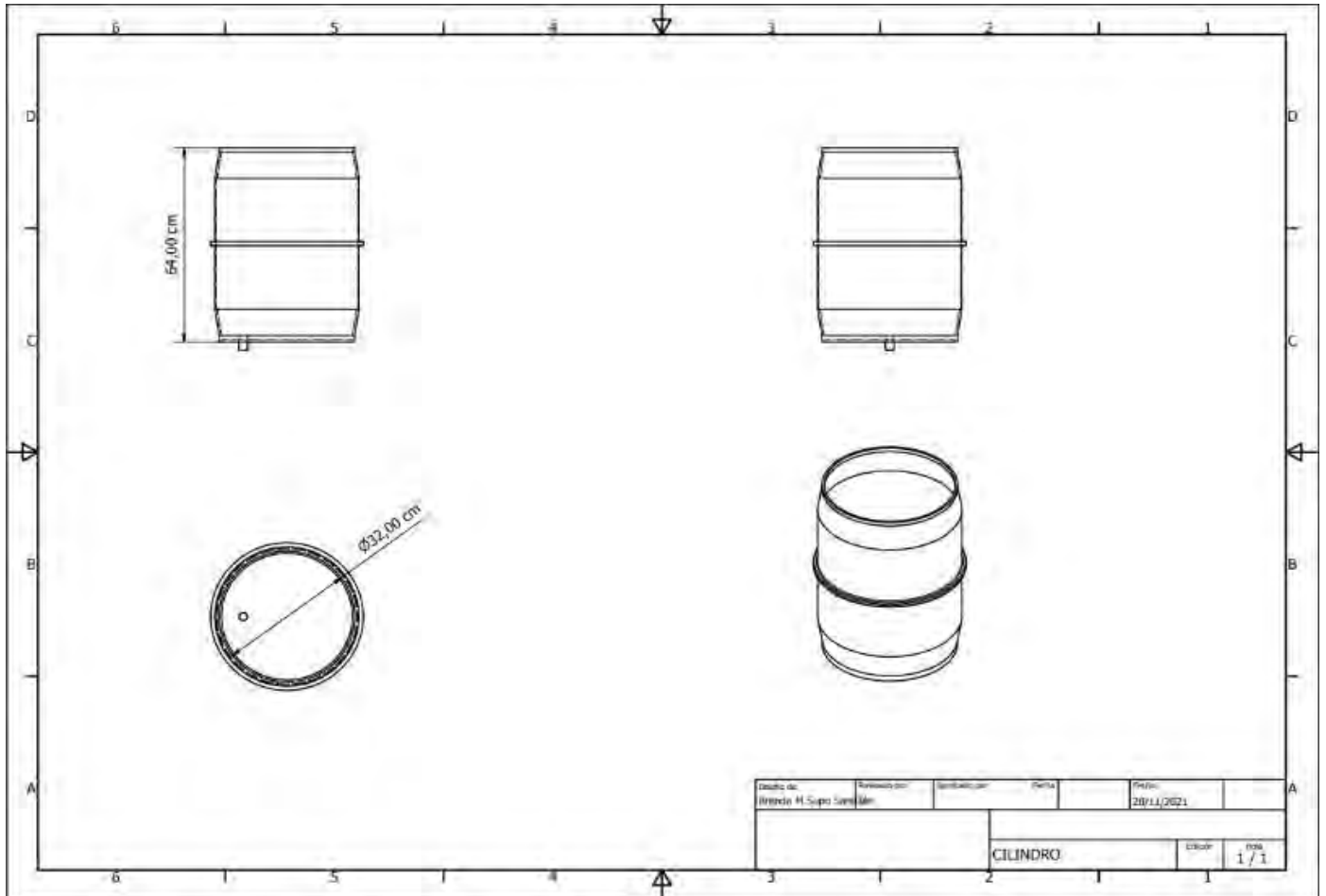


Figura 17. Plano de vistas del tanque primario de almacenamiento de agua

Elaboración propia



*Figura 18. Tanque primario de almacenado de agua*

Elaboración propia

**Filtro:** un recipiente en el cual irán colocados los materiales para el proceso de filtrado los cuales tendrán el siguiente orden siendo así el primer componente arena fina la cual se colocará de 10 cm de altura, grava gruesa se colocará 8 cm de altura, piedra pómez se colocará 8 cm de altura, carbón activo 4 cm y nuevamente arena fina 4 cm para evitar que pasen componentes desprendidos del carbón, finalmente se colocara la esponja por donde pasara el agua hacia el tanque secundario.

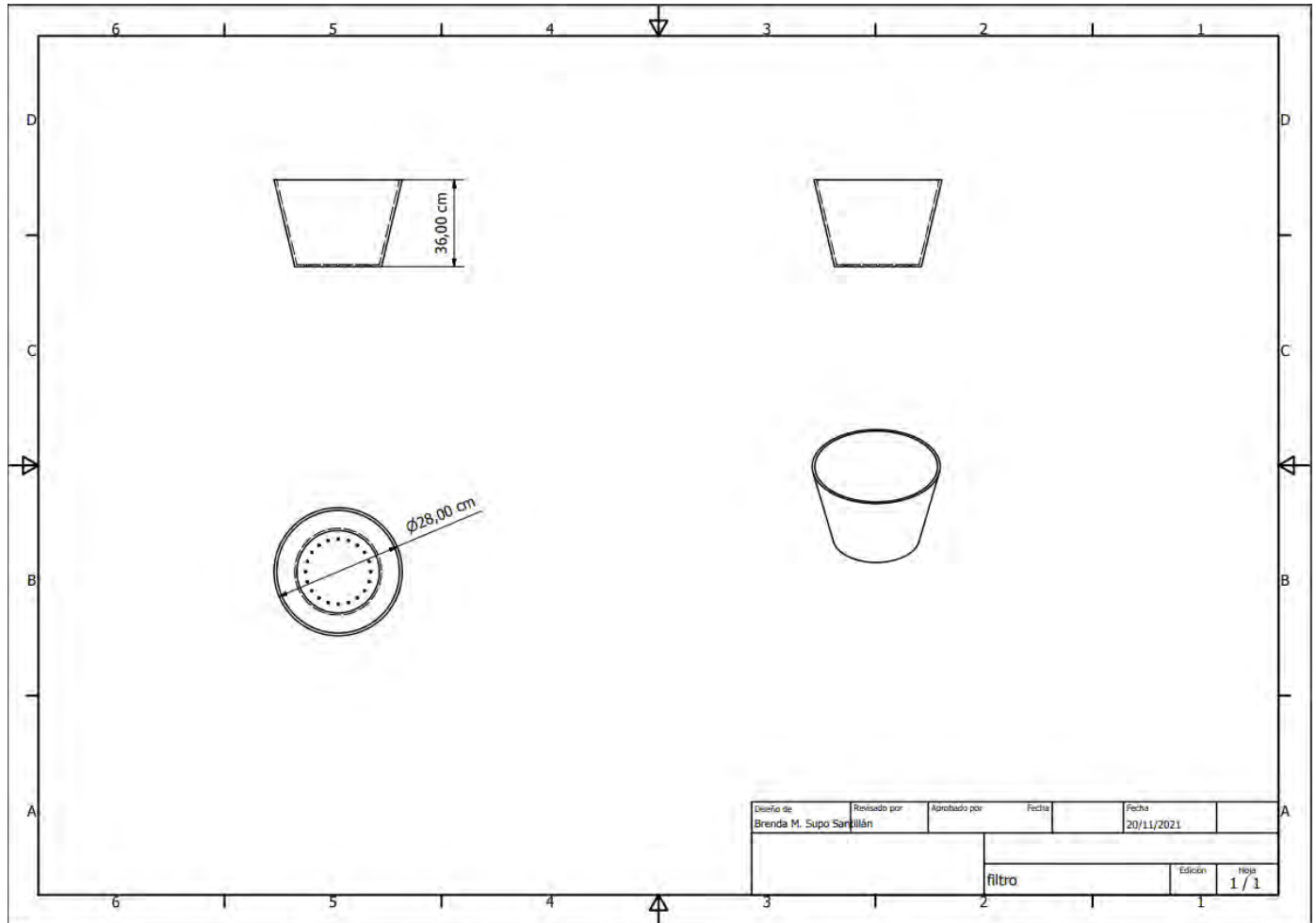
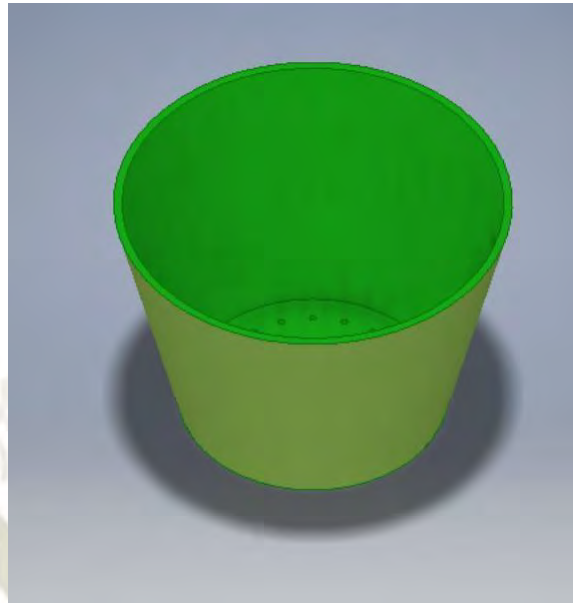


Figura 19. Plano de vistas del filtro

Elaboración propia



*Figura 20. Filtro*

Elaboración propia

**Tanque secundario de almacenamiento de agua:** Es un recipiente con la misma capacidad del tanque primario ya antes mencionado por el medio del cual ingresará el agua después del proceso de filtrado en este tanque estarán sumergidas las bombas de agua del sistema de riego automatizado y finalmente incorporado el sensor de pH.

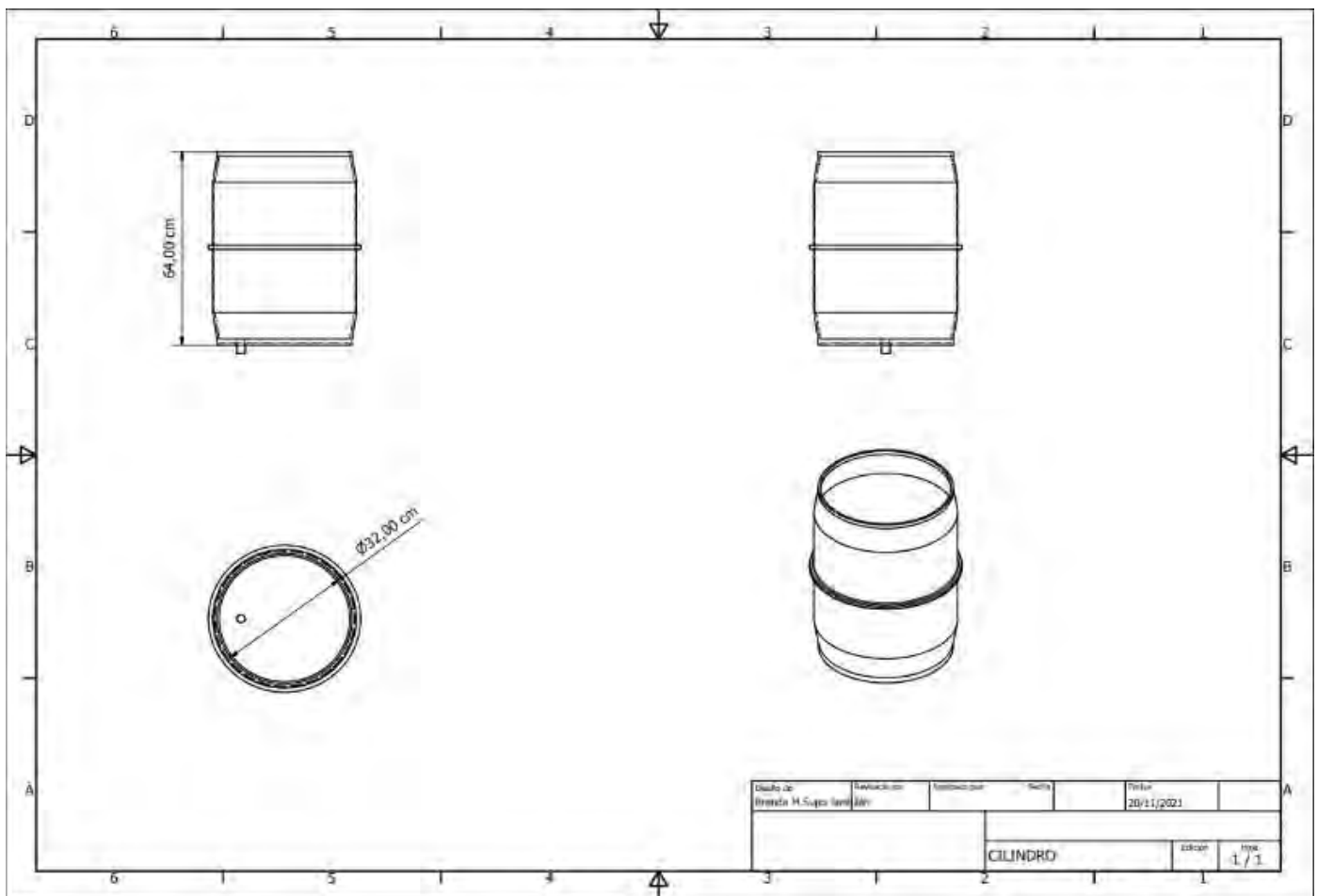


Figura 21. Plano de vistas del tanque secundario de almacenado de agua.

Elaboración propia



*Figura 22. Tanque secundario de almacenado de agua.*

Elaboración propia

**Tubería de conexión:** Esta conexión unificará el tanque primario de almacenado con el tanque secundario por el cual se transportará el agua filtrada para ser almacenada.

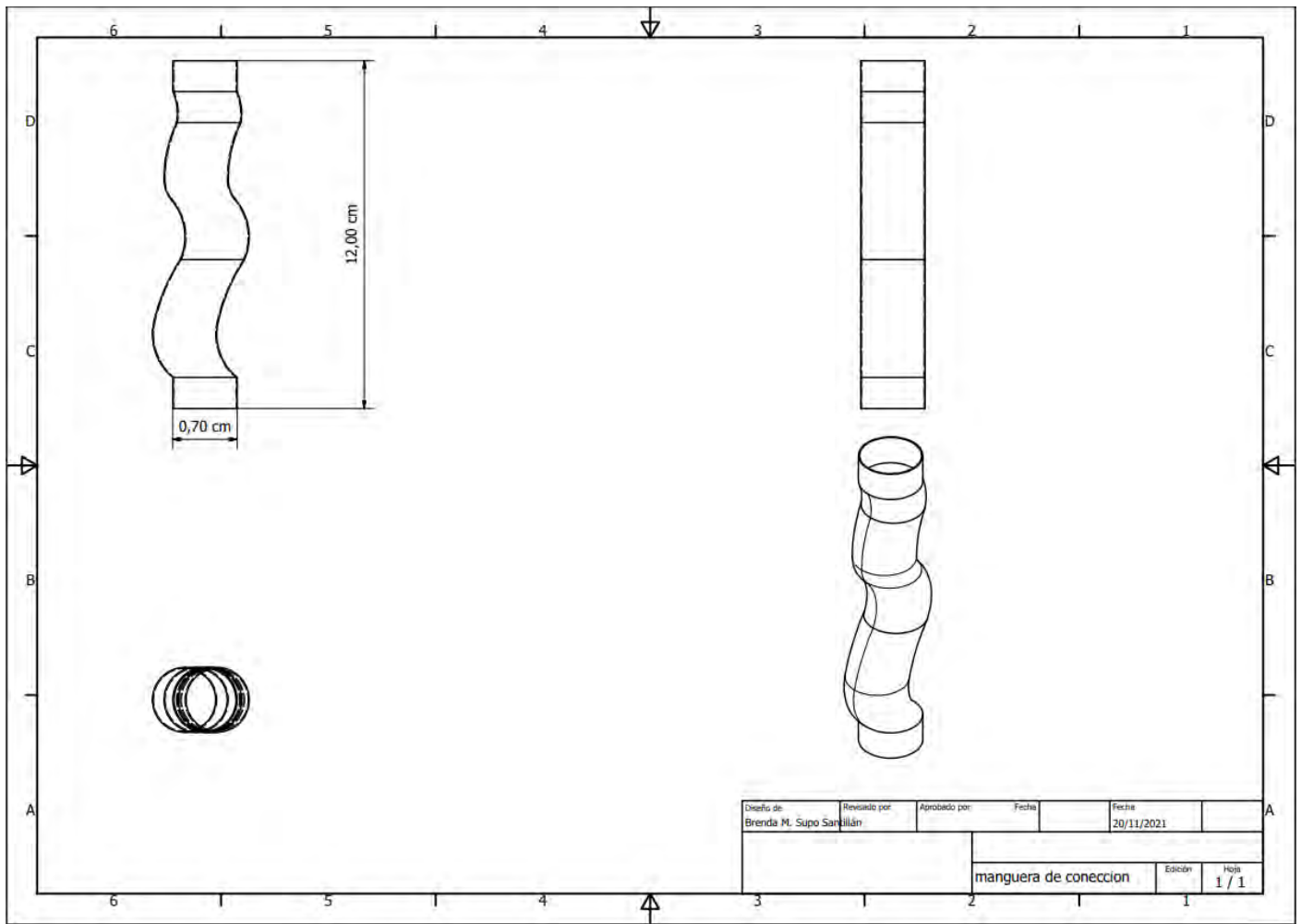
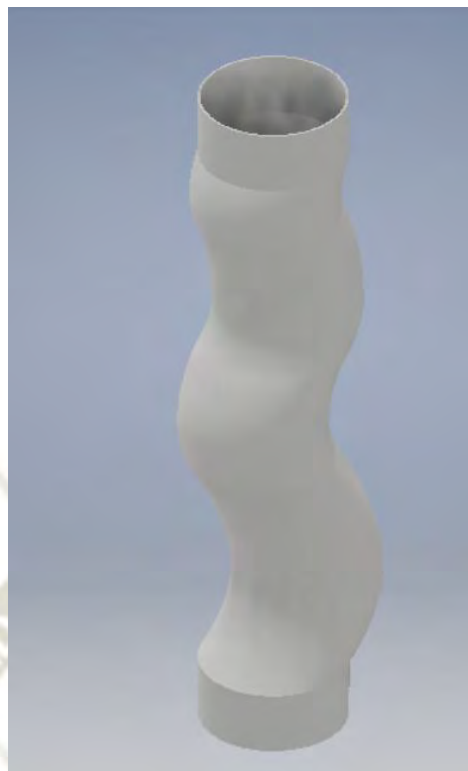


Figura 23. Plano de vistas de tubería de conexión

Elaboración propia



*Figura 24. Tubería de conexión*

Elaboración propia

**Tubería de salida:** conexión que servirá para el drenado del agua filtrada posicionada en el tanque secundario.

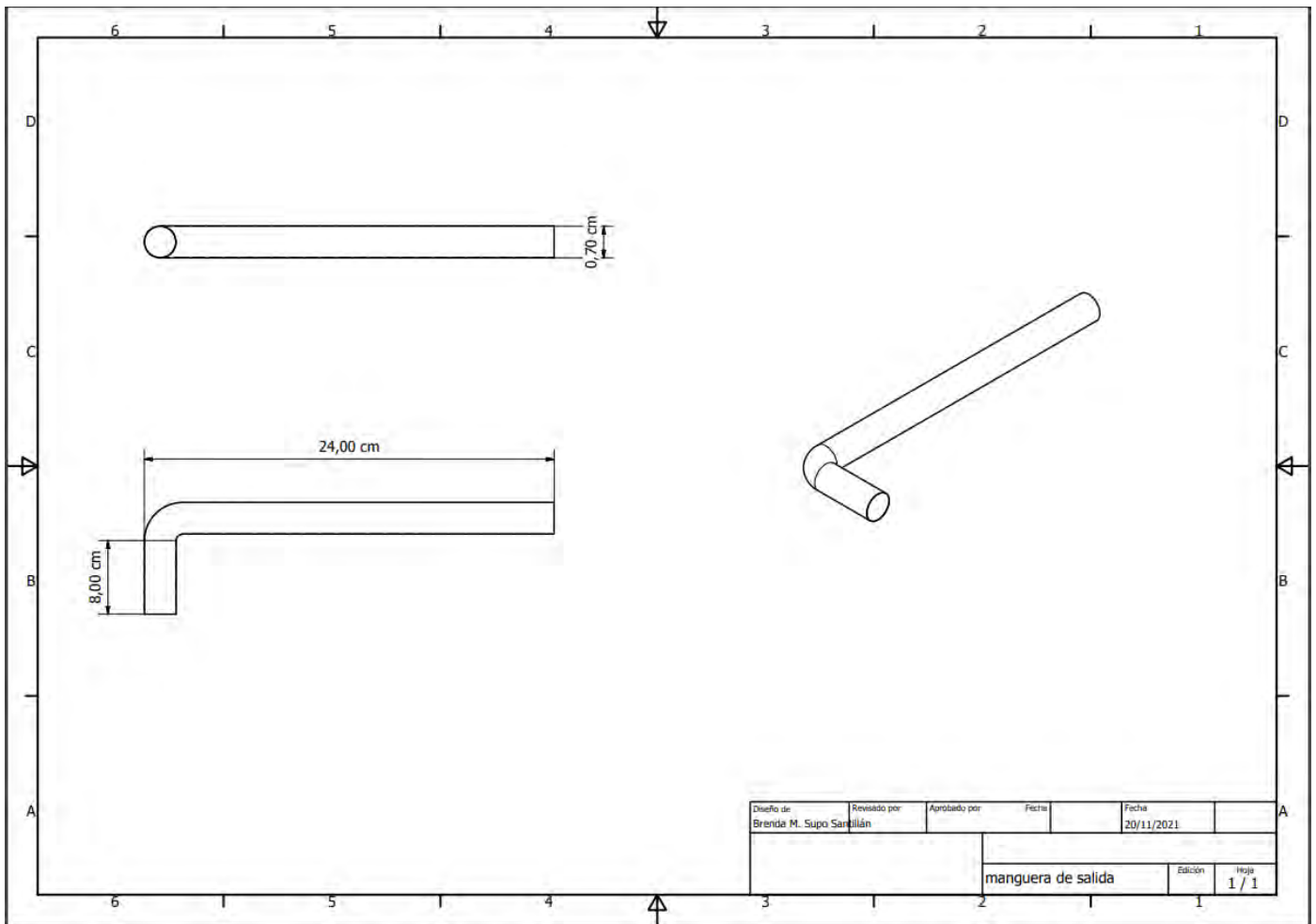
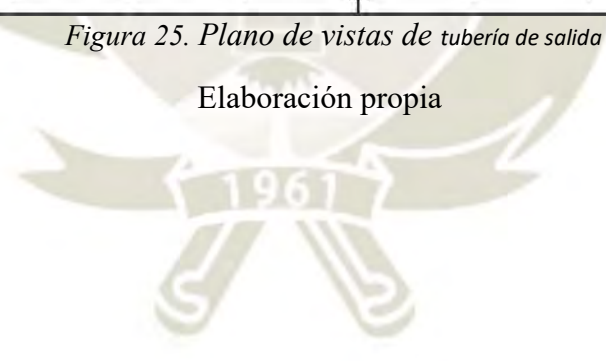


Figura 25. Plano de vistas de tubería de salida

Elaboración propia





*Figura 26. Tubería de salida*

Elaboración propia

**Base de tanques:** Para ello se fabricará una estructura de metal la cual tendrá dos niveles los cuales deberán soportar el peso de ambos tanques cuando se encuentren en su máxima capacidad, los tanques estarán ubicados uno de bajo de otro sobre la base.

La estructura fue diseñada de acuerdo a las medidas de los tanques y el ángulo estructural de acero que se debe usar debe tener la capacidad de resistencia del peso de ambos tanques a su máxima capacidad, el material de la estructura es ideales para todas las aplicaciones estructurales es laminado en caliente a base de ángulo de 1 1/2" en espesor 3.0 mm de 1/8" de pulgada

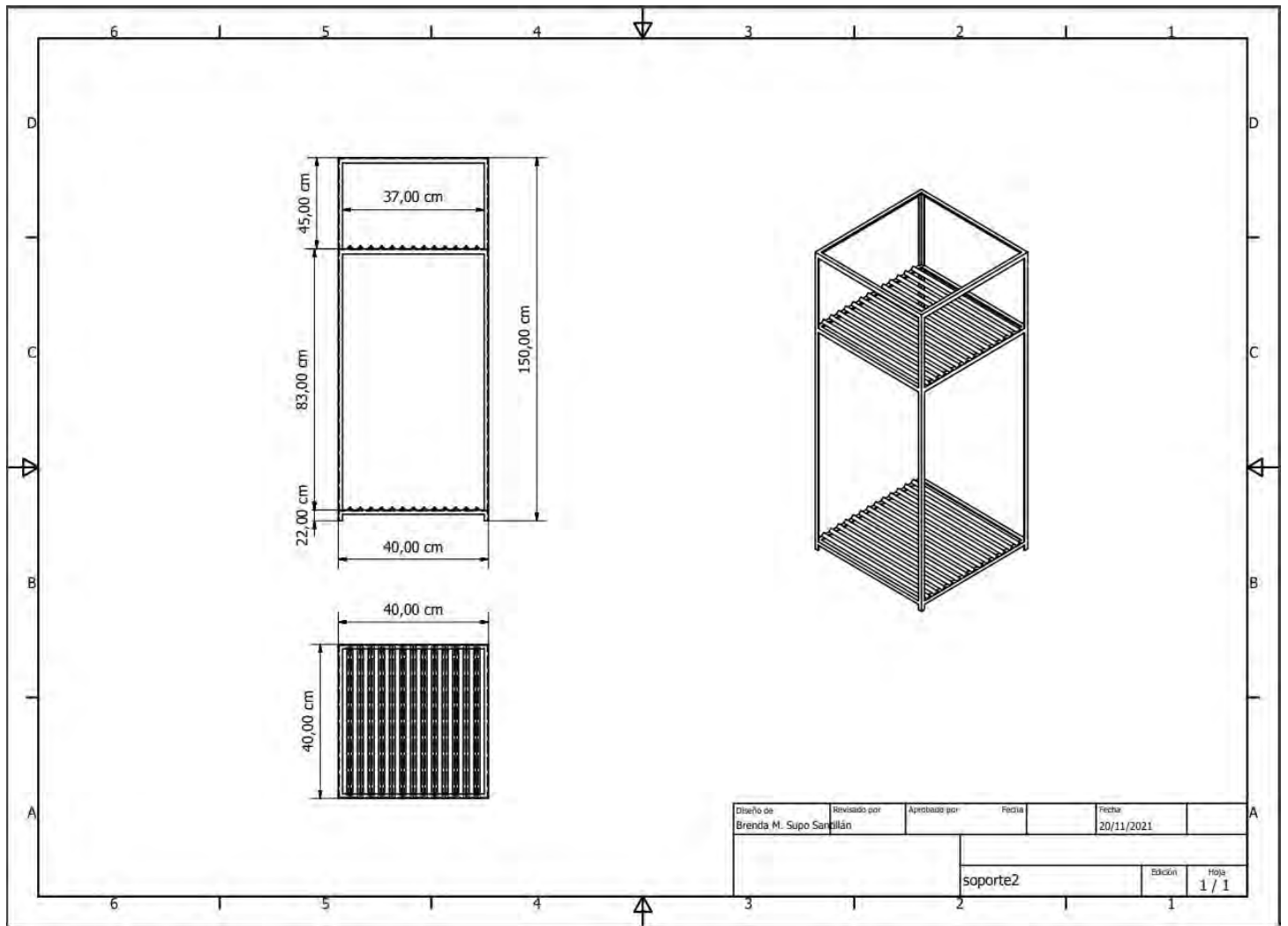


Figura 27. Plano de vistas de base de tanque.

Elaboración propia



*Figura 28. Base de tanques*

Elaboración propia



*Figura 29. Diseño final del prototipo de filtrado en 3 D*

Elaboración propia

#### 4.1.1 Diseño del prototipo del sistema de riego automatizado

Para llevar a cabo el diseño del sistema se trabajó con un programador para ver los resultados de cada paso del requerimiento del sistema y se sugiriendo cambios y mejoras, también se recibió recomendaciones por parte del experto en programación.

Componentes para el sistema de riego automatizado

- Pic 19F4550
- Pantalla LCD
- Modulo bluetooth
- Sensor de humedad
- Sensor de pH
- Sensor de lluvia
- Caja de pvc
- Pulsadores eléctricos
- Bombas de agua

#### 4.1.2 Descripción de los componentes:

- **Pic 19F4550:** es un microcontrolador el cual servirá para asignar todas las tareas requeridas que debe realizar el sistema de riego automatizado.
- **Pantalla LCD:** pantalla de 20 caracteres por línea y 4 filas por medio del cual se visualizará los resultados que arrojen los sensores de humedad, pH y lluvia.

- **Modulo bluetooth:** modulo que permitirá realizar la conexión del sistema de riego automatizado al APP creada para el sistema.
- **Sensor de humedad:** Este sensor mediante el cual se medirá la humedad con escalas porcentuales este deberá colocado dentro de la tierra en el área verde.
- **Sensor de pH:** Sensor que ira colocado dentro del tanque secundario del sistema de filtrado por medio del cual se medirá el pH del agua para que pueda ser reutilizada.
- **Sensor de lluvia:** Sensor que permitirá indicar al sistema si hay presencia de lluvia.
- **Caja de PVC:** Esta caja permitirá proteger la placa del sistema.
- **Pulsadores eléctricos:** Pulsadores por medio de los cuales se podrá hacer uso del sistema de forma manual.
- **Bombas de agua:** las bombas estarán colocadas dentro del tanque secundario del sistema de filtrado, estas permitirán la distribución del agua.



*Figura 30. Prototipo sistema de riego automatizado*

Elaboración propia

## 2.2. Descripción del prototipo del sistema

### 2.2.1. Descripción física

El sistema consta con dos taques dentro de los cuales ira almacenado el agua de lavadora que están posicionados uno debajo de otro sobre una estructura de metal.

El tanque primario sirve para recepcionar el agua que deseche la lavadora después de cada ciclo de lavado dentro del cual se encontrara el filtro por donde pasara el agua para ser filtrada.

El tanque secundario sirve para almacenar el agua ya filtrada dentro del mismo se encuentran las bombas de agua que se aperturan para su distribución mediante la señal que emiten los sensores al sistema de riego automatizado.

El sistema de riego automatizado consta de tres sensores y dos bombas de agua, el primer sensor es el de ph el cual mide el grado de acides del agua filtrada para determinar si es apta para ser reutilizada, el segundo sensor es el de humedad el cual verifica si la humedad está dentro de los parámetros para el riego de las plantas y por último tendremos el sensor de lluvia el cual indicara si hay presencia de lluvia, todo el sistema puede ser manejado de forma automática, manual y tiene un aplicativo con conexión bluetooth.



Figura 31. Aplicativo del sistema de riego automatizado

Elaboración propia

### 2.2.2. Descripción del proceso

El agua que desecha la lavadora es recepcionada dentro del tanque primario donde se encuentra el filtro por medio del cual pasa para ser de filtrada y es dirigida hacia

el tanque secundario a través de la conexión que hay entre los dos taques donde es almacenada.

Una vez el agua filtrada esta almacenada la bomba número 1 dirigida por sistema de riego automatizado se apertura sólo si el sensor de ph indica  $6.8 < \text{pH} < 7.5$  este parámetro es el que indica que el agua filtrada esta acta para ser reutilizada, el sensor de humedad se encuentra enterrado en el área verde la cual es regada por riego a goteo, cuando el sensor indica humedad alta o baja envía una señal al sistema la cual cierra de la bomba número 1 si la humedad es mayor al 90% y se apertura si es menor al 50%; el sensor de lluvia sirve para apagar el sistema de riego cuando detecta presencia de lluvia.

La bomba número 2 a diferencia de la bomba número 1 no se rige a los parámetros de los sensores ya mencionados, debido a que el agua filtrada es solo para el vertido de sanitarios y funciona con un sensor de nivel y dos electrodos los cuales al llegar al nivel necesario de agua para el sanitario emite una señal al sistema para el cierra de la bomba.

El sistema de riego automatizado funciona de manera automática y manual, cuenta con un aplicativo que tiene conexión vía bluetooth para sistema Android.

### **2.2.3. Diagrama del prototipo del sistema de riego automatizado**

El siguiente diagrama de flujo muestra la lógica de programación del sistema y el proceso de como funcionara.

#### **A. Descripción:**

- **Selector:** Este módulo tendrá dos formas de control, encarga de seleccionar si se usará el sistema de manera automática o manual; al seleccionar la forma automática el sistema ordena que se tome control de la apertura de la bomba mediante los valores y parámetros que ya fueron programados para cada uno de los sensores tanto el de PH, humedad y lluvia.
- **Uso manual:** Al seleccionar la forma manual el sistema apertura la bomba número 1 del sistema de goteo.
- **Bluetooth:** Contará con conexión vía bluetooth para conectarse con la APP la que será creada para el sistema de riego automatizado el cual se podrá visualizar los valores arrojados el sistema mediante el cual se observará los valores que arrojen los sensores.
- **Pulsadores:** los cuales servirán para Activar o desactivar la bomba número 1 sólo cuando el sistema se encuentre en modo manual.

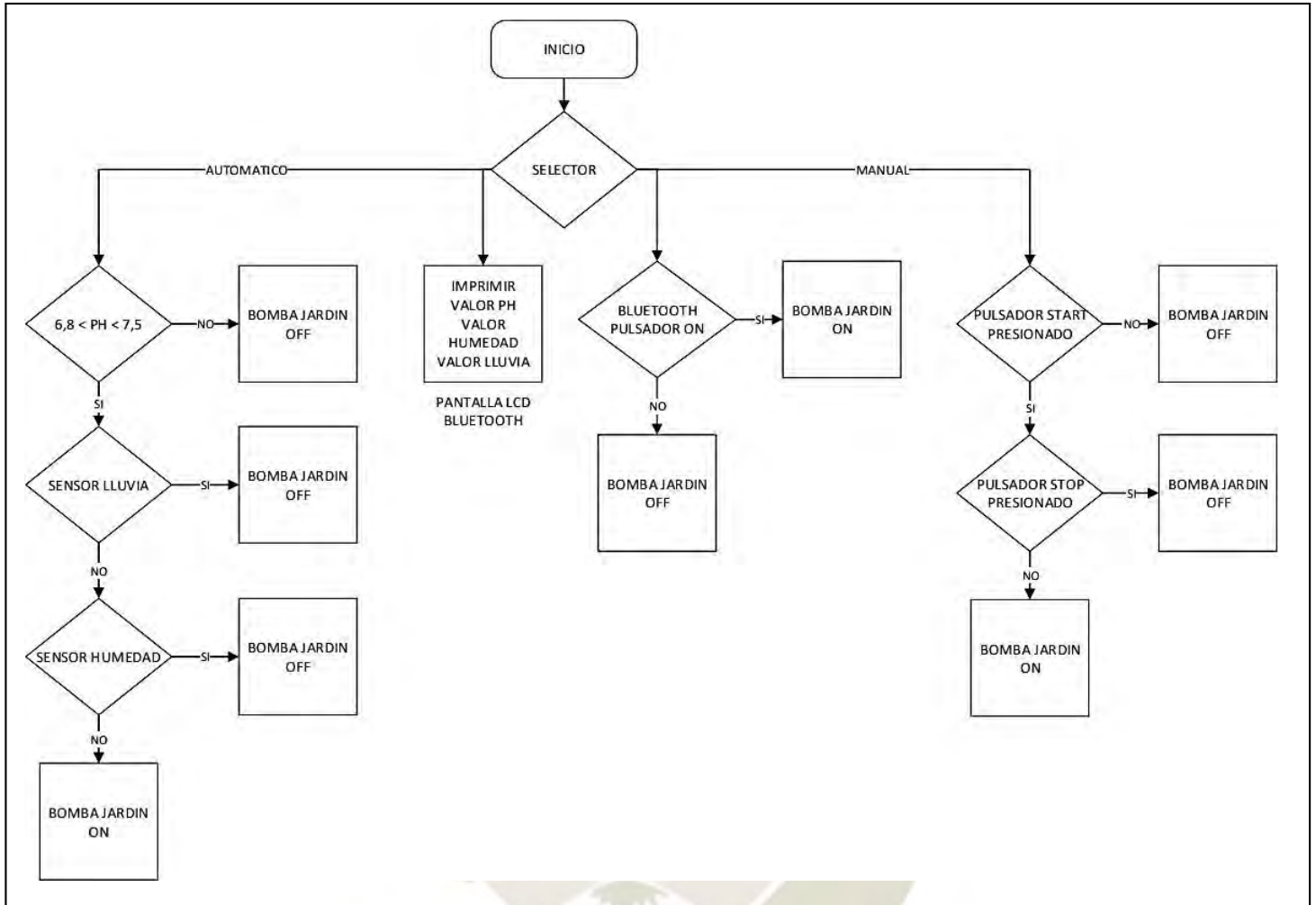
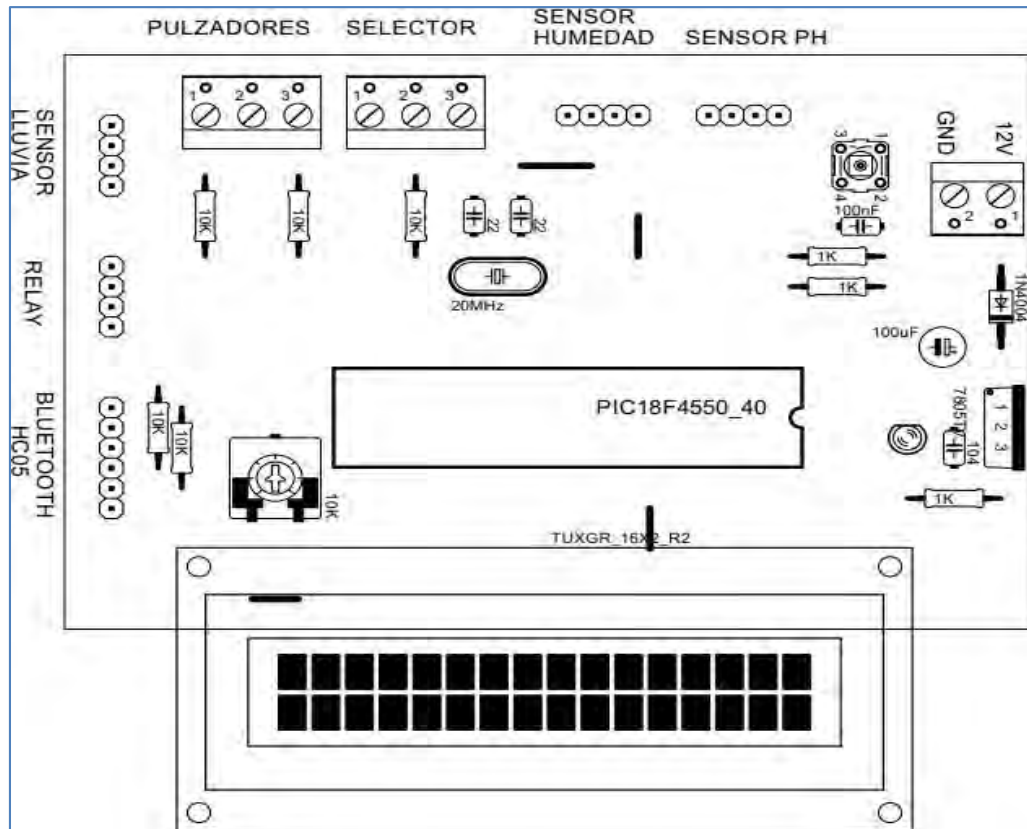


Figura 32. Diagrama de flujo del sistema de riego automatizado

Elaboración propia

**La plantilla superior de la tarjeta:** Es la máscara que sirve para identificar la posición correcta de los dispositivos al momento de montarlos sobre la tarjeta, también llamada PCB o máscara de la tarjeta electrónica.



*Figura 33. Plantilla superior de la tarjeta terminada*

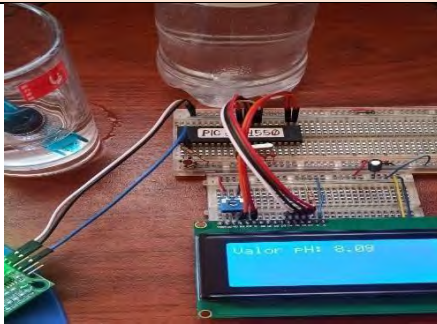
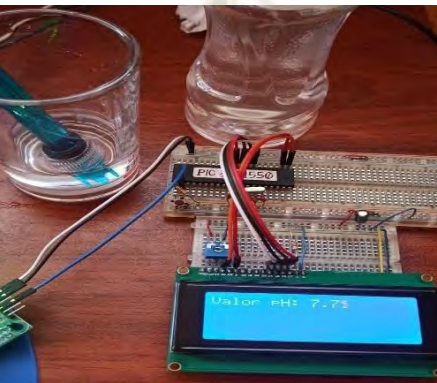


Elaboración propia

## **Procedimiento experimental**

Una vez terminados los prototipos del sistema de filtrado y el sistema de riego automatizado fueron implementados en el hogar para la simulación del sistema. Se usó 40 gramos de detergente de marca marcella en una lavadora de 14.5 kg que utiliza 110 litros por ciclo de lavado, la manguera de drenaje de la lavadora fue colocada en el tanque primario de almacenado donde descarga el agua que desecha, la cual pasa por el filtro donde se filtra para pasar a ser almacenada en el tanque secundario; se colocó las bombas de agua y el sensor de pH del sistema de riego automatizado dentro del tanque secundario en la parte exterior; seguidamente se procedió a instalar las conexiones para el riego a goteo donde está ubicada el jardín y se colocó el sensor de humedad posicionado hasta la parte media dentro de la tierra; el sensor de lluvia se posiciono en una superficie del área verde, también se colocaron la manguera y los electrodos a un nivel determinado dentro del balde para la simulación de llenado de tanques sanitarios, seguidamente se conectó el sistema a una fuente energía para encender el sistema y comenzar con su funcionamiento también se vinculó la aplicación por conexión Bluetooth.

### **B. Toma de muestras**

Para poder programar los valores de pH se procedió a tomar muestras de agua filtrada con 4 diferentes cantidades de detergente y así determinar las escalas de pH para su programación, siendo así se determinó el pH con las siguientes escalas  $6.8 < \text{pH} < 7.5$  llegando así a un pH dentro de los parámetros actos para que puedan ser reutilizadas en riego de plantas.

MUESTRAS DE AGUA	Parte experimental
	<p>1. La primera muestra con 60 gramos de detergente determino un ph de 8.09</p>
	<p>2. La segunda muestra con 55 gramos de detergente determino un pH de 7.71</p>
	<p>3. La tercera muestra con 50 gramos de detergente determino un pH de 7.56</p>
	<p>4. La cuarta muestra con 40 gramos de detergente determino un pH de 7.06</p>

Elaboración propia

## BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

El siguiente balance nos sirve como herramienta para saber la contabilidad exacta del agua que ingresa y que sale en el proceso de filtrado de agua gris de lavadora.

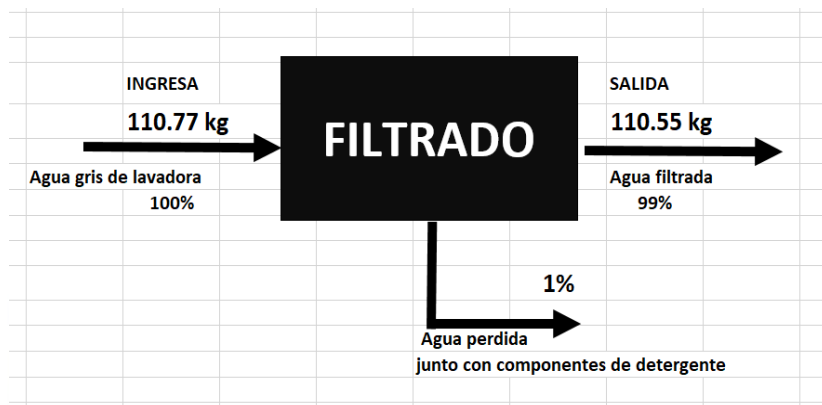


Figura 34. Balance de materia y energía de agua gris.

## 2.3. Evaluación económica

### 2.3.1. Costos de instalación

En cuanto el costo de instalación del sistema de filtrado no se requiere un instalador ya que todas las conexiones son a presión y fácil de instalar, pero en caso sea requerido se puede contratar un fontanero que en promedio cobran 80 soles por trabajo de un día, el cual podría encargarse de la instalación.

En cuanto a la instalación del sistema de riego automatizado no requiere mucha complejidad para su instalación ya que el sistema viene en un solo producto.

Ambos sistemas cuentan con manual de instalación en el cual se detallado paso a paso su instalación.

### 2.3.2. Costo de producción del prototipo del sistema en cantidades

El costo unitario de fabricación del sistema de riego automatizado por un total de 500 unidades sería de S/ 340.90 soles.

*Tabla 14. Costo*

<b>Costo por unidad</b>	
costo de placa	9.9
costo de armado de placa	50
costo de sensor PH	80
costo de sensor humedad	4
costo de sensor de lluvia	4
costo de pantalla LCD	15
costo de PIC	18
costo de ensamblado	100
bombas de agua	60
<b>Costo Total</b>	<b>340.90</b>

Elaboración propia

### 2.3.3. Rentabilidad

El costo de fabricación del sistema de reutilización de aguas grises de lavadora es de 340.90 soles, si se desea realizar la venta del producto el costo sería de s/482.70 soles y esta inversión se vería reflejada en la disminución del valor en el recibo de consumo de agua, por tanto es rentable económicamente a largo plazo ya que el costo de inversión se puede recuperar en un periodo de 6 años si el rango de consumo fuera de 31 a más m<sup>3</sup> de agua y se puede ahorrar 1320 litros de agua mensualmente en un lavadora con una capacidad de 14.5 kg que usa 110 litros por ciclo de lavado.

A continuación, se muestra los datos del ahorro:

*Tabla 15. Datos de ahorro anual*

<b>numero de lavados</b>	3	semana		
<b>Ahorro por lavado</b>	110	litros		
			<b>desagüe</b>	<b>cargo fijo</b>
<b>Tasa por metro cubico</b>	0 a 10	S/ 0.80	S/ 0.31	S/ 3.29
	11 a 30	S/ 1.4	S/ 0.5	S/ 3.29
	31 a mas	S/ 3.17	S/ 1.24	S/ 3.29

Elaboración propia

*Tabla 16. Ahorro de litros de agua mensual y anualmente*

<b>Ahorro de litros de agua mensual y anualmente</b>		
	<b>Mensual</b>	<b>Anual</b>
<b>Ahorro en litros</b>	1320	15840
<b>Ahorro en metros cúbicos</b>	1.32	15.8

Elaboración propia

Tabla 17. Ahorro en soles

		Ahorro mensual	Ahorro anual
Tasa por metro cubico	0 a 10	S/ 5.12	S/ 61.5
	11 a 30	S/ 6.47	S/ 77.7
	31 a mas	S/ 10.61	S/ 127.4

Elaboración propia

**Periodo de recuperación para un consumo de categoría doméstica en un rango de 0 a 10 m<sup>3</sup>**

Tabla 18. Periodo de recuperación rango de 0 a 10 m<sup>3</sup>

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Inversion</b>	-S/ 482.7					-S/ 88.00					-S/ 88.00		
<b>Flujo de ahorro anual</b>		S/ 61.46	S/ 63.30	S/ 65.20	S/ 67.16	S/ 69.17	S/ 71.25	S/ 73.39	S/ 75.59	S/ 77.86	S/ 80.19	S/ 82.60	S/ 85.08
<b>Flujo acumulado</b>		-421.25	-357.95	-292.74	-225.58	-244.41	-173.16	-99.78	-24.19	53.67	45.86	128.46	213.53

Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior, el retorno de inversión para un consumo en categoría doméstica de un rango de 0 a 10 m<sup>3</sup> de agua es en un periodo de 12 años

**Periodo de recuperación para un consumo de categoría doméstica en un rango de 11 a 30 m<sup>3</sup>**

*Tabla 19. Periodo de recuperación en un rango de 11 a 30 m<sup>3</sup>*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversion</b>	-S/ 482.7					-S/ 88.00					-S/ 88.00
<b>Flujo de ahorro anual</b>		S/ 77.70	S/ 80.03	S/ 82.43	S/ 84.90	S/ 87.45	S/ 90.08	S/ 92.78	S/ 95.56	S/ 98.43	S/ 101.38
<b>Flujo acumulado</b>		-405.01	-324.98	-242.55	-157.64	-158.19	-68.11	24.66	120.22	218.65	232.03

Elaboración propia

- Como se muestra en la tabla anterior, el retorno de inversión para un consumo en categoría doméstica de un rango de 11 a 30 m<sup>3</sup> de agua es en un periodo de 10 años.

**Periodo de recuperación para un consumo de categoría doméstica en un rango de 31 más m<sup>3</sup>**

*Tabla 20. Periodo de recuperación en un rango de 31 a más m<sup>3</sup>*

	0	1	2	3	4	5	6
<b>Inversion</b>	-S/ 482.7					-S/ 88.00	
<b>Flujo de ahorro anual</b>		S/ 127.36	S/ 131.18	S/ 135.12	S/ 139.17	S/ 143.34	S/ 147.65
<b>Flujo acumulado</b>		-355.35	-224.17	-89.05	50.12	105.46	253.11

Elaboración propia

- Como se muestra en la tabla anterior, el retorno de inversión para un consumo en categoría doméstica de un rango de 31 a más m<sup>3</sup> de agua es en un periodo de 6 años

Continuando con los costos se procedió a realizar un retorno de inversión de acuerdo a la vida útil del prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora que es de 16 años y también realizo el costo de mantenimiento de los sensores.

Tabla 21. Periodo de recuperación de acuerdo a la vida útil

PERIODO DE RECUPERACIÓN DE ACUERDO A LA VIDA ÚTIL		TIPOS DE CONSUMO		
		0 a 10	11 a 30	31 a mas
AHORRO ANUAL DE AGUA EN 16 AÑOS	-	S/ 983.3	S/ 1,243.2	S/ 2,037.8
INFLACION PROMEDIO DEL PRECIO DEL AGUA	-	S/ 0.03	S/ 0.03	S/ 0.03
VIDA UTIL DEL PRODUCTO	16	S/ 16	S/ 16	S/ 16
PRECIO DEL AGUA BASE	-	S/ 0.8	S/ 1.4	S/ 3.2
COSTO DE COMPRA	S/ 482.7	-	-	-
MANTENIMIENTO cada 5 años		-	-	-
Sensor de pH	S/ 240.00	-	-	-
Sensor de pH cada 5 años	S/ 12.00			
Sensor de lluvia cada 5 años	S/ 12.00	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 734.7</b>	<b>S/ 983</b>	<b>S/ 1,243</b>	<b>S/ 2,038</b>
<b>PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION EN AÑOS</b>		12	10	6
Ahorro promedio anual del agua		S/ 61.46	S/ 77.70	S/ 127.36
Ahorro promedio mensual del agua		S/ 5.121	S/ 6.47	S/ 10.61

Elaboración propia

El siguiente cuadro muestra el ahorro en soles del recibo agua de acuerdo a las tasas de consumo por metro cubico calculado a 16 años si se usara el prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora de acuerdo a la vida útil del mismo.

Tabla 22. Ahorro del agua si usa el prototipo

Ahorro de agua si usa el prototipo	
<b>0 a 10</b>	S/ 249
<b>10 a 30</b>	S/ 508
<b>30 a mas</b>	S/ 1,303

Elaboración propia

El siguiente cuadro muestra el costo del recibo de agua que se pagaría en un periodo de 16 años.

*Tabla 23. Cálculo de recibo de agua sin uso del prototipo*

<b>Costo de consumo de agua sin usar el prototipo</b>	
<b>0 a 10</b>	S/ 983
<b>10 a 30</b>	S/ 1,243
<b>30 a mas</b>	S/ 2,038

Elaboración propia

El siguiente cuadro muestra el incremento del costo de agua tomando en cuenta el cumplimiento del reglamento general de regulación de reajuste tarifario en un periodo de 16 años

*Tabla 24. Incremento de costo de agua*

tasa por m3	Incremento de costo de agua															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>0 a +</b>	1.10	1.14	1.17	1.21	1.24	1.28	1.32	1.36	1.40	1.44	1.48	1.53	1.57	1.62	1.67	1.72
<b>0 a 10</b>	1.10	1.14	1.17	1.21	1.24	1.28	1.32	1.36	1.40	1.44	1.48	1.53	1.57	1.62	1.67	1.72
<b>10 a 30</b>	1.92	1.98	2.04	2.10	2.16	2.23	2.29	2.36	2.43	2.51	2.58	2.66	2.74	2.82	2.90	2.99
<b>30 a mas</b>	4.42	4.55	4.68	4.82	4.97	5.12	5.27	5.43	5.59	5.76	5.93	6.11	6.29	6.48	6.68	6.88

Elaboración propia

Tabla 25. Modelo Canvas

Aliados Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relación con el Cliente	Segmentos de Clientes
<p>Ingeniero electrónico</p> <p>Empresa en china que realiza la fabricación de las placas</p> <p>Empresa distribuidora de artículos electrónicos</p> <p>Recursos clave: Ing. Electrónico encargado del ensamblado del sistema de riego automatizado</p>	<p>Venta directa</p> <p>Negociación con los proveedores</p>	<p>Es un producto innovador que no solo permite aprovechar el agua gris de lavadora sino reutilizarla en beneficio de medio ambiente.</p> <p>Cuenta con tecnología que facilitara el riego y distribución del agua.</p> <p>También cuenta con un APP diseñada para dispositivos inteligentes mediante el cual se podrá controlar el sistema.</p> <p>Con este producto se podrá realizar con compromiso con el ecosistema desde la comodidad del hogar.</p> <p>Atención personalizada con las clientas</p>	<p>Trato personalizado tienda física</p> <p>Atención por redes sociales</p>	<p>Geográfico</p> <p>País: Perú</p> <p>Provincia: Arequipa</p> <p>Demográficas</p> <p>Edad: 25 a 60 años</p> <p>Género: Mujeres</p> <p>Socioeconómicas</p> <p>Nivel socio económico: A, B, C</p> <p>Estilo de vida: familiar</p>
<p><b>Recursos Clave</b></p> <p>Distribución del producto en la tienda</p> <p>Proveedores</p>			<p><b>Canales</b></p> <p>Tienda física</p> <p>Redes sociales</p>	
<p><b>Estructura de Costes</b></p> <p><b>COSTOS FIJOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alquiler</li> <li>Servicios básicos</li> <li>Sueldos</li> </ul> <p><b>COSTOS VARIABLES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Costo de placa</li> <li>-Costo de armado de placa</li> <li>-Costo de sensor de PH</li> <li>-Sensor de humedad</li> <li>- sensor de lluvia</li> <li>- pantalla LCD</li> <li>- costo de PIC</li> <li>- costo de ensamblado</li> <li>- bombas de agua</li> </ul>			<p><b>Fuente de Ingresos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Venta de producto</li> <li>Mantenimiento</li> <li>Pago en efectivo, pago por transferencia a diferentes bancos,</li> </ul> <p>Se cuenta con un punto de equilibrio de 20 unidades</p>	

Elaboración propia

### 2.3.4. Costos de los componentes





#### Materiales

Tabla 26. Materiales usados para el sistema de almacenado y filtro.

<b>COSTOS PARA EL FILTRO</b>				
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO POR UNIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMAGEN REFERENCIAL</b>
ARENA FINA	1		3.00	
GRAVA GRUESA	1		3.00	
PIEDRA POMEZ	1		8.00	
CARBON ACTIVO	1		10.00	
ESPONJA	1		5.00	
BALDE CON CAÑO	1		35.00	
ADAPTADOR DE TANQUE	1		19.50	
<b>TOTAL</b>			<b>83.50</b>	

Elaboración propia

Tabla 27. Costos para el almacenado de agua filtrada.

<b>COSTOS PARA EL ALMACENADO DE AGUA FILTRADA</b>				
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO POR UNIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMAGEN REFERENCIAL</b>
BARRIL DE AGUA	3	75.00	225.00	
ADATADOR DE TANQUE	1	6.50	6.50	
TUBO PVC 1/2	5	9.00	45.00	
CODO 1/2 PVC	6	0.60	3.60	
VALVULA 1/2	1	2.50	2.50	
TARRAJA	1	9.00	9.00	
CINTA TEFLON	2	0.70	1.40	
BASE DE TANQUES	1	60.00	60.00	
<b>TOTAL</b>			<b>353.00</b>	

Elaboración propia

Tabla 28. Costos para el regado de plantas.

<b>COSTOS PARA EL REGADO DE PLANTAS</b>				
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO POR UNIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMAGEN REFERENCIAL</b>
MANGUERA 16mm	10 m	0.7	7.00	
GOTERO 0.70 l	10	0.50	5.00	
ENLACE SIMPLE DENTADO 16mm	4	0.60	2.40	
CODO DENTADO	5	0.60	3.00	
TEE DENTADA	5	0.60	3.00	
TAPÓN DENTADO	2	0.40	0.80	
<b>TOTAL</b>			<b>21.20</b>	

Elaboración propia

Tabla 29. Requerimiento para el sistema de riego automático.

<b>COSTOS PARA EL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO</b>				
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO POR UNIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>IMAGEN REFERENCIAL</b>
PIC19F4550	1	35.00	35.00	
PANTALLA LCD	1	28.00	28.00	
MODULO BLUETOOTH	1	30.00	30.00	
SENSOR DE LLUVIA	1	10.00	10.00	
SENSOR DE HUMEDAD	1	10.00	10.00	
SENSOR DE PH	1	165.00	165.00	
CAJA PVC	1	30.00	30.00	
PULSADORES ELÉCTRICOS	2	10.00	20.00	
BOMBAS DE AGUA	2	35.00	70.00	
<b>Desarrollo externo</b>				
PROGRAMACIÓN DE SISTEMA	1	300.00	300.00	
ARMADO DE PLACA	1	300.00	300.00	
<b>TOTAL</b>			<b>998.00</b>	

Elaboración propia

## 4.2 Ventajas y desventajas del prototipo del sistema

Tabla 30. Ventajas y desventajas del prototipo del sistema

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia en el ahorro de agua</li> <li>• Altos niveles de eficiencia en el uso de agua.</li> <li>• El riego continuo por goteo ayuda a optimizar la filtración en el suelo.</li> <li>• Fácil de usar y manejar por su automatización.</li> <li>• Preservación de un recurso valioso el agua.</li> <li>• El sistema de filtrado tiene una gran capacidad de acumulación de suciedad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo bajo de energía</li> <li>• La App del sistema sólo es compatible con sistema Android</li> </ul>

Elaboración propia

### IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental es igual o más valioso que el posible ahorro económico que se pretende obtener. Este proyecto va en dirección a los hogares de la ciudad de Arequipa con un aporte de impacto ambiental hacia una cultura ecológica que se puede realizar desde el hogar para aprovechamiento del desperdicio de aguas grises de lavadora.

El prototipo de filtrado está diseñando para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora que a su vez también contará con un sistema de riego automatizado para realizar la medición de pH y riego en áreas verdes de manera correcta que no solo se podrá usar de manera automática y manual sino también mediante un aplicativos desde el celular que será conectado vía bluetooth. La filtración de aguas grises va de la mano con el buen manejo y aprovechamiento del recurso hídrico.

Este tipo de inversiones son rentables a medida que los seres humanos den el valor que amerita y estén dispuestos a realizar un compromiso con el ecosistema.

Con el presente proyecto queremos concientizar de las personas sobre el buen manejo de recurso hídrico para la preservar el uno de nuestro recurso valioso a través de la reutilización de agua gris que es vertida cuando se puede aprovechar para otras actividades en el hogar como el regado de áreas verdes, vertido de sanitarios, etc.

### **4.3 Manual de usuario**

Dentro del manual se encontrarán los componentes de filtro.

Un filtro de agua es un aparato compuesto generalmente de componentes que permiten y ayudan a purificar el líquido o agua.

A continuación, se realiza la descripción de los términos básicos para entender el manual.

#### **Arena fina:**

Es un agregado que es usado en la industria de la construcción para realizar una mezcla de concreto, la arena no debe tener impurezas como materia orgánica, tampoco tierra, mica o sal. Fue seleccionado como uno de los componentes para el filtro debido a que es un componente absorbente y que captura partículas pequeñas.

#### **Grava gruesa:**

Este tipo de grava tiene un grosor muy variado que va desde los 12 hasta los 64 milímetros. Es la grava más resistente que hay y se utiliza para cimentar cualquier tipo de construcción como pistas, edificios, casas. Fue seleccionado como uno de los componentes para el filtro por su captura de partículas en los poros

**Piedra pómez:**

Es una roca ígnea volcánica con baja densidad que flota sobre el agua y tiene una textura muy porosa es de color amarillento. Fue seleccionado como uno de los componentes para el filtro porque posee gran cantidad de cavidades las cuales permiten métodos de filtración de grano fino

**Carbón activo:**

Una sustancia deshidratante, que puede ser un ácido. Fue seleccionado como uno de los componentes para el filtro porque atrapa impurezas del agua y porque elimina el olor y sabor de componentes sintéticos.

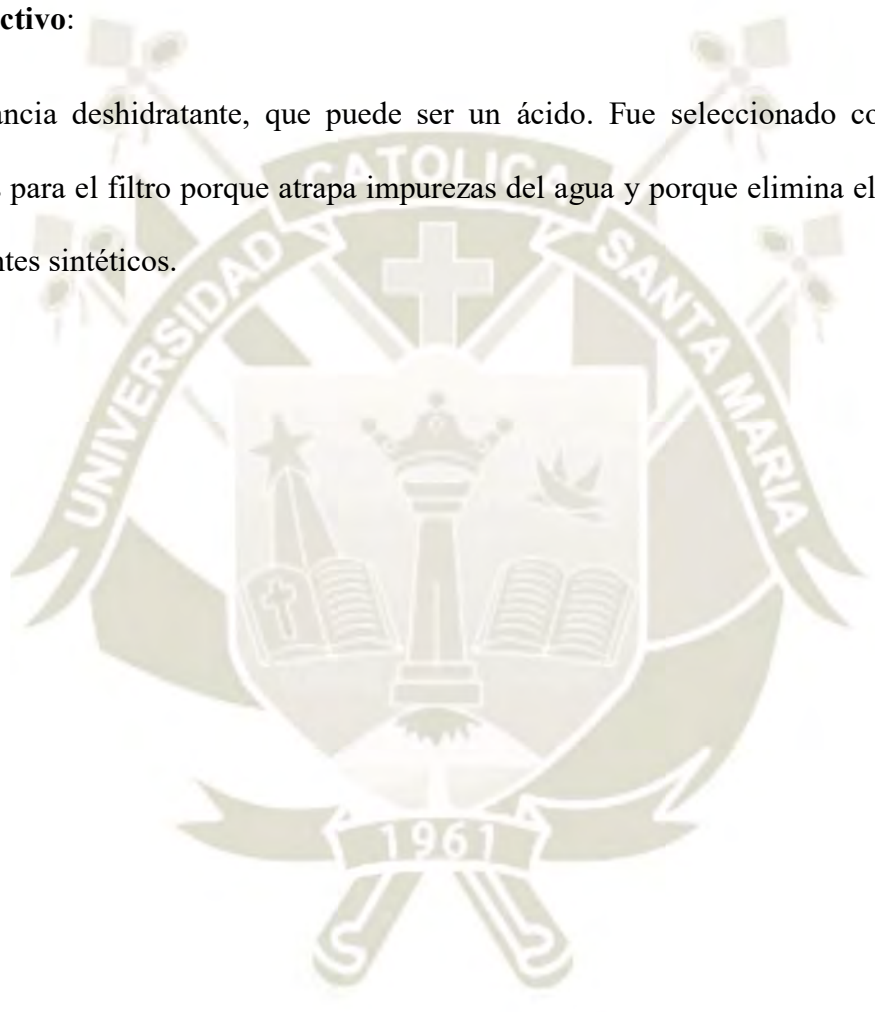



Tabla 31. Manual de usuario 1

<b>MANUAL DE INSTALACION DEL SISTEMA DE FILTRADO PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS GRISES DE LAVADORA</b>	
	<p><b>Manual de usuario</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Fije la base de tanques en un área con una distancia adecuada de la lavadora.</li> <li>2.-Coloque el tanque primario en el segundo nivel de la base de tanques.</li> <li>3.-Colocar el filtro dentro del tanque primario.</li> <li>4.-Conectar la tubería de conexión en la base del tanque primario</li> <li>5.- Colocar el tanque secundario de almacenado sobre la base de tanques.</li> <li>6.- colocar la tubería de salida en la base inferior del tanque secundario.</li> </ol>

Elaboración propia

Tabla 32. Manual de usuario 2.

<b>MANUAL DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO DEL APROVECHAMIENTO DE AGUAS GRISES DE LAVADORA</b>	
	<p><b>Manual de usuario</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar que selector manual y automático se encuentre en posición de control.</li> <li>2. Verificar el selector rojo de apagado de bombas de agua este en posición de control.</li> <li>3. Verificar el selector verde de encendido de bombas de agua se encuentre en posición de control.</li> </ol>

Elaboración propia

#### 4.4 Manual de uso

Tabla 33. Manual de usuario 3

<b>MANUAL DE USO DEL SISTEMA DE FILTRADO PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS GRISAS DE LAVADORA</b>	
	<p style="text-align: center;"><b>Indicaciones de uso</b></p> <p>1.- Colocar el filtro dentro del tanque primario de almacenado y los componentes del filtro, verifique que el agua circule de manera correcta por el filtro.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esponja</li> <li>- Arena fina 10 cm de altura</li> <li>- Grava gruesa 8 cm de altura</li> <li>- Piedra pómez 8 cm de altura</li> <li>- Carbón activo 4 cm de altura</li> <li>- Arena fina 4 cm de altura</li> </ul> <p>2.- Verificar la tubería de conexión de drenaje en el tanque primario de almacenado. 3.- Verificar que el sensor de pH este bien posicionado dentro del tanque secundario y también colocar las bombas de agua.</p> <p>4.- Verifique que el agua circule por la tubería de salida y si percibe mal olor del agua filtrada proceda a abrir la llave de drenado.</p>

Elaboración propia

Tabla 34. Manual de usuario 4.

<b>MANUAL DE USO DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS GRISES DE LAVADORA</b>	
	<p><b>Indicaciones de uso</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conectar el cable a una fuente de energía.</li> <li>2. Verificar que la pantalla LCD este prendida.</li> <li>3. Verificar el selector se encuentre en posición de control para selección manual y automático.</li> <li>4. Conectar el sensor de humedad y lluvia en el área verde o jardín y las bombas de agua dentro del tanque secundario de agua filtrada junto con el sensor de pH y los electrodos para el nivel de llenado de tanques sanitarios.</li> <li>5. Presionar el selector de apagado de bombas para verificar funcionamiento.</li> <li>6. Presionar el selector de encendido de bombas para verificar funcionamiento.</li> </ol> <p>Vincular el sistema por conexión Bluetooth a la aplicación Verificar las conexiones de las mangueras para evitar fugas.</p>

Elaboración propia

## 2.4. Manual de mantenimiento

Tabla 35. Manual de mantenimiento

<b>Indicaciones de mantenimiento de sistema de filtrado</b>	<b>Indicaciones de mantenimiento de sistema de riego automatizado</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar que las conexiones del sistema de filtrado y la lavadora se encuentren bien conectadas para evitar fugas.</li> <li>➤ Realizar limpieza frecuente de los recipientes almacenado para evitar que se adhieran contaminantes.</li> <li>➤ Cambiar los componentes del filtro por lo menos cada 3 mes</li> <li>➤ Si percibe mal olor del agua filtrada proceda a abrir la llave de drenado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar que las conexiones del sistema de goteo de las mangueras para evitar fugas.</li> <li>➤ Colocar el sistema en un lugar donde no tenga contacto con el sol</li> <li>➤ Verificar la posición correcta de los sensores en especial de sensor de pH que este en contacto con el agua.</li> <li>➤ Tener cuidado con los sensores del sistema evitar golpes o caídas.</li> </ul>

Elaboración propia

## DISCUSIÓN

El autor Rivadavía tuvo como objetivo de su investigación realizar la evaluación de los parámetros de un sistema de recirculación de agua gris para su uso en descarga de inodoro en una construcción piloto a nivel domiciliario a escala real, su investigación concluye en que hubo un ahorro económico con el sistema de recirculación de agua gris construido , así mismo los autores como Díaz & Ramirez en su investigación , tuvieron como objetivo Diseñar un sistema de tratamiento y reutilización del agua de la lavadora aplicado a los hogares de Bogotá D.C. Después de procesar los resultados se concluyó que al implementar el proyecto se tuvo un ahorro del 25.5% del consumo total de agua en la vivienda. Ambas investigaciones coinciden con la nuestra donde se puede concluir que el prototipo desarrollado para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora tiene un potencial para un plan de negocio rentable con un costo del prototipo que es de s/340.90 soles.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA.** - Se logro diseñar un prototipo que funciona y permite el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes para los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero

**SEGUNDA.** - Se concluye que mediante una encuesta realizada a las familias del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, se pudo saber su opinión sobre la importancia del aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes, así como su punto de vista acerca del prototipo, se considera como dato significativo que el 80% de personas encuestadas considera que si implementaría un sistema de reutilización de lavadora para riego áreas verdes y vertimientos sanitarios.

**TERCERA.** - Se concluye que al diseñar el prototipo para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora en riego de áreas verdes para los hogares del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, con el sistema de filtrado se pudo lograr que el agua llegue a un pH  $6.8 < \text{pH} < 7.5$  , así mismo se llegó a alcanzar los estándares del D.S.004-2017-MINAN de calidad ambiental de agua para riego de vegetales y bebidas de animales, para su reutilización en riego de áreas verdes.

**CUARTA.** - Se concluye que, al realizar las pruebas experimentales del prototipo de filtrado y usando como herramienta un balance de materia y energía se pudo determinar la cantidad de agua filtrada recolectada que es de 99% y también se determinó que hay pérdida de agua del 1%.

**QUINTA.** - Se logro determinar el costo de prototipo que es de s/340.90 soles, así mismo se realizó un modelo canvas para proyectar la idea de negocio y se halló un punto de equilibrio de 20 unidades, se considera que el prototipo desarrollado para el aprovechamiento de aguas grises de lavadora tiene un potencial para un plan de negocio rentable.

## RECOMENDACIONES

1. El prototipo puede ser desarrollado de forma más industrial y ser usado en empresas que utilicen agua en alguno de sus procesos que sientan la responsabilidad de reutilizarla en beneficio del ambiente.
2. Los costos de retorno de inversión del prototipo ser podrían ver reflejados en el ahorro monetario del recibo de agua si uno desearía implementarlo.
3. El prototipo desarrollado también servirá como base para futuras investigaciones en el campo de ingeniería industrial, ingeniería electrónica, ingeniería eléctrica.
4. Tener en cuenta que para poder reutilizar del agua gris de lavadora se debe evitar el uso de sustancias con presencia de químicos como los suavizantes de ropa y acondicionadores de telas.
5. Se puede usar el prototipo para ayudar a reducir el impacto ambiental del desperdicio de aguas grises de lavadora.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA

- Alavarado & Camacho. (2021). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible e: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. *Redalycs*.
- Camacho. (2021). Tratamiento de agua para consumo humano. *Ingeniería Industrial*.
- Díaz & Ramirez . (2016). *Diseño de un sistema de tratamiento y reutilización del agua de la lavadora aplicado a los hogares de bogotá d.C*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Escobar. (2016). Diseño de un sistema experto para reutilización de aguas residuales. *Scielo*. Fernández. (2019). El agua: un recurso esencial. *Redalycs*, 3(11), 147-170.
- González. (2016). *Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú*. Lima.
- INEI. (2019). Obtenido de viviendas particulares propias, según departamento, 2009-2019 (línea) [inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/población-y-vivienda/](http://inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/población-y-vivienda/)
- IPCC. (2021). Cambio climático y biodiversidad.
- Jacipt. (2016). Tratamiento de aguas residuales urbanas. *Redalycs*.
- Montero & Reynaldo. (2021). Irrigation with waste waters in the sustainable production. *Redalycs*, 12-13.
- MVCS. (2016). *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/14607-176-2010-vivienda>
- Ramírez. (2016). *Diseño de un sistema de tratamiento y reutilización del agua de la lavadora aplicado a los hogares . bogotá .*
- Rivadavía. (2018). *Evaluación de recirculación de agua gris a nivel domiciliariopara*

*abastecimiento de descarga de inodoros en una construcción a escala real, ubicada en la ciudad de Juliaca - 2017. Juliaca: UPU.*

Rodas. (2019). *Impacto de la reutilización del agua gris en lasostenibilidad del agua potable de la ciudad de huancayo, 2017. Huancayo.*

Rodriguez. (2016). *Etapas de tratamiento de aguas residuales . Scopus .*

Torres. (2015). *Estrategia para usar racionalmente el agua: experiencia de una entidad de educación técnica industrial, certificada bajo la norma ISO 14001:2004. Industrial Data, 18(2), 46-54. Recuperado el 2021*

Tovar. (2016). *Design of an expert system for reusing treated wastewater. Redalycs, 10-15.*

Vásconez & Chamba. (2013). *“Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y controlado de forma inalámbrica para una finca ubicada en el sector popular de Balerio Estacio”*. Guayaquil: Universidad Salesiana.

Zambrano. (2015). *TRatamiento de aguas residuales. Redalycs .*

## ANEXOS

### ANEXO 1: ENCUESTA

ENCUESTA SOBRE REUTILIZACIÓN DE AGUA GRIS DE LAVADORA  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y  
FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Esta encuesta está dirigida a personas que residan en la ciudad de Arequipa con el fin de recopilar información sobre la reutilización de aguas grises de lavadora para fines de investigación:

#### **Cuestionario**

**1.- ¿Cuántas personas viven en su hogar?**

- a) solo una persona
- b) dos personas
- c) de tres a 4 personas
- d) más de 5 personas

**2.- ¿Su hogar cuenta con maquina lavadora?**

- a) si
- b) no

Si respondió SI continúe con el cuestionario

**3.- ¿De cuántos kilos es la capacidad de su lavadora?**

- a) 9 kg
- b) 13 kg
- c) 16kg
- d) 20 kg

**4.- ¿Con que frecuencia lavan ropa en su hogar?**

- a) 1 vez a la semana
- b) dos a tres veces a la semana
- c) 4 veces a más

**5.- ¿Sabe cuántos litros de agua utiliza por cada lavada?**

a) si

b) no

**6.- ¿Actualmente reutiliza el agua gris que desecha su lavadora?**

Si

No

**7.- ¿Su hogar cuenta con áreas verdes ejemplo: jardín, huerta, etc.?**

a) si

b) no

**8.- ¿De cuántos pisos es su hogar?**

a) 1 piso

b) 2 pisos

c) 3 a más pisos

**9.- ¿Si hubiera un sistema de reutilización de aguas grises de lavadora para su aprovechamiento en áreas verdes y vertimiento de sanitarios lo implementaría en su hogar?**

a) si

b) no

**10.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por dicho sistema?**

a) 450 a 550

b) 550 a 650

c) 650 a 750

d) 750 a más

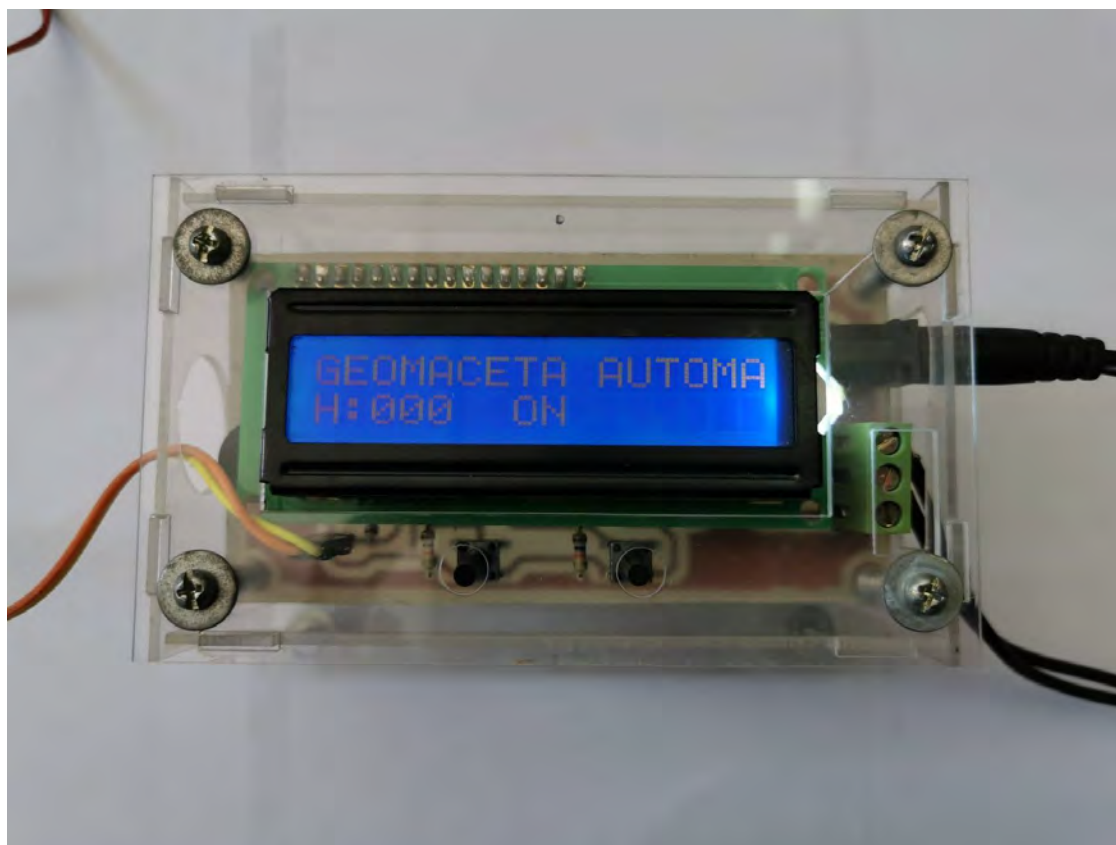
**11.- ¿Es estos tiempos donde el agua es uno de nuestros recursos indispensable para sobrevivir usted cree que deberíamos aprovechar y reutilizar al agua para nuestro beneficio y del ecosistema?**

a) si

b) no

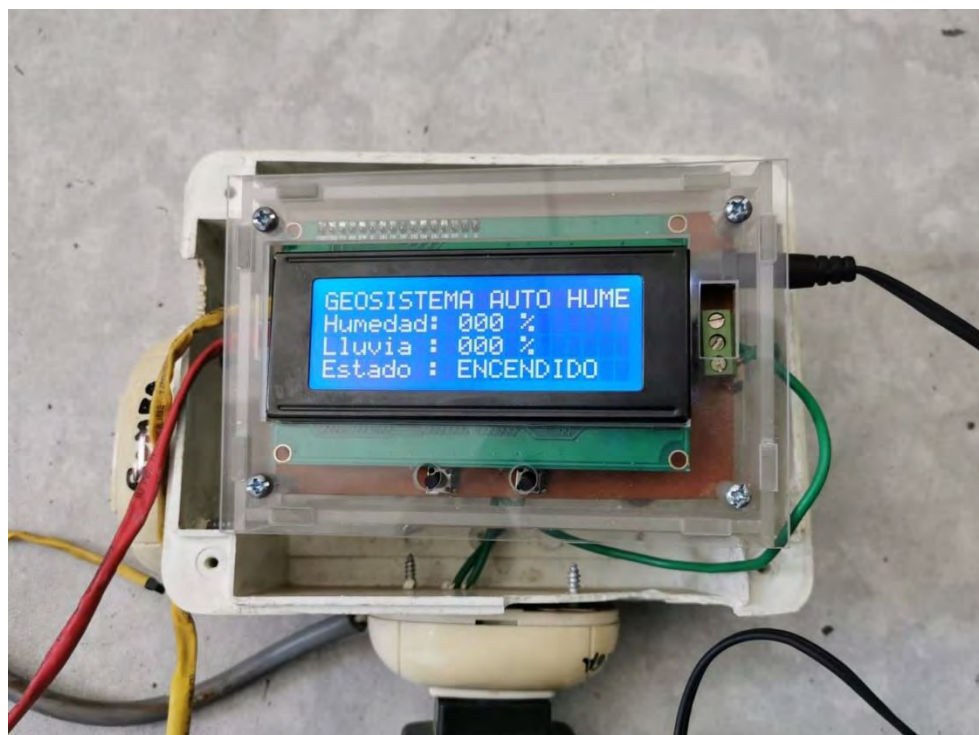
## ANEXO 2: Fotografías del proceso de desarrollo

Foto del primer prototipo de riego automatizado con sensor de humedad



Elaboración propia

Foto del segundo prototipo riego automatizado sensor de humedad y lluvia



Elaboración propia

Foto de instalación del sistema para el aprovechamiento de aguas grises



Elaboración propia

Fotos de prueba experimental del sistema para el aprovechamiento de aguas grises



Elaboración propia

Foto de metraje para la instalación del sistema para el aprovechamiento de aguas grises



Elaboración propia

Foto de instalación del sistema de goteo



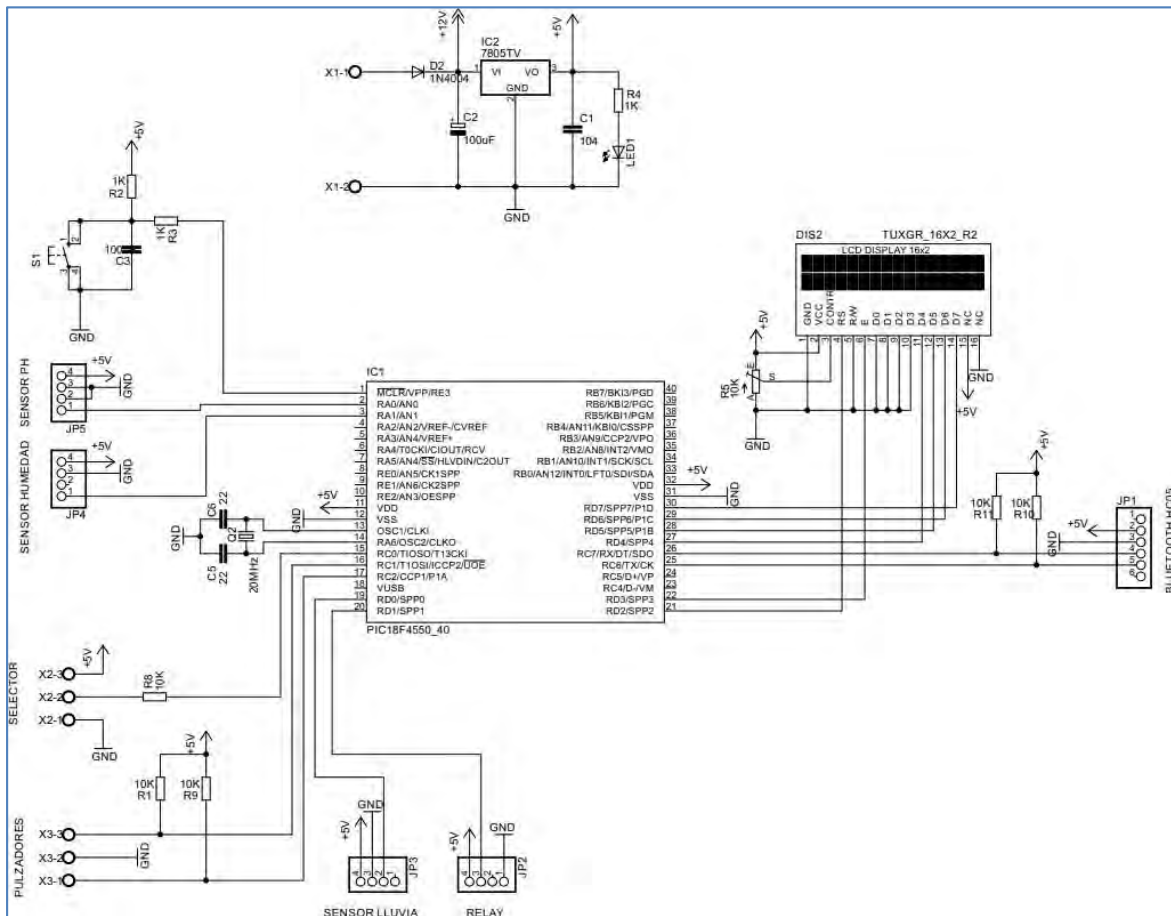
Elaboración propia

Foto de prueba experimental final del prototipo



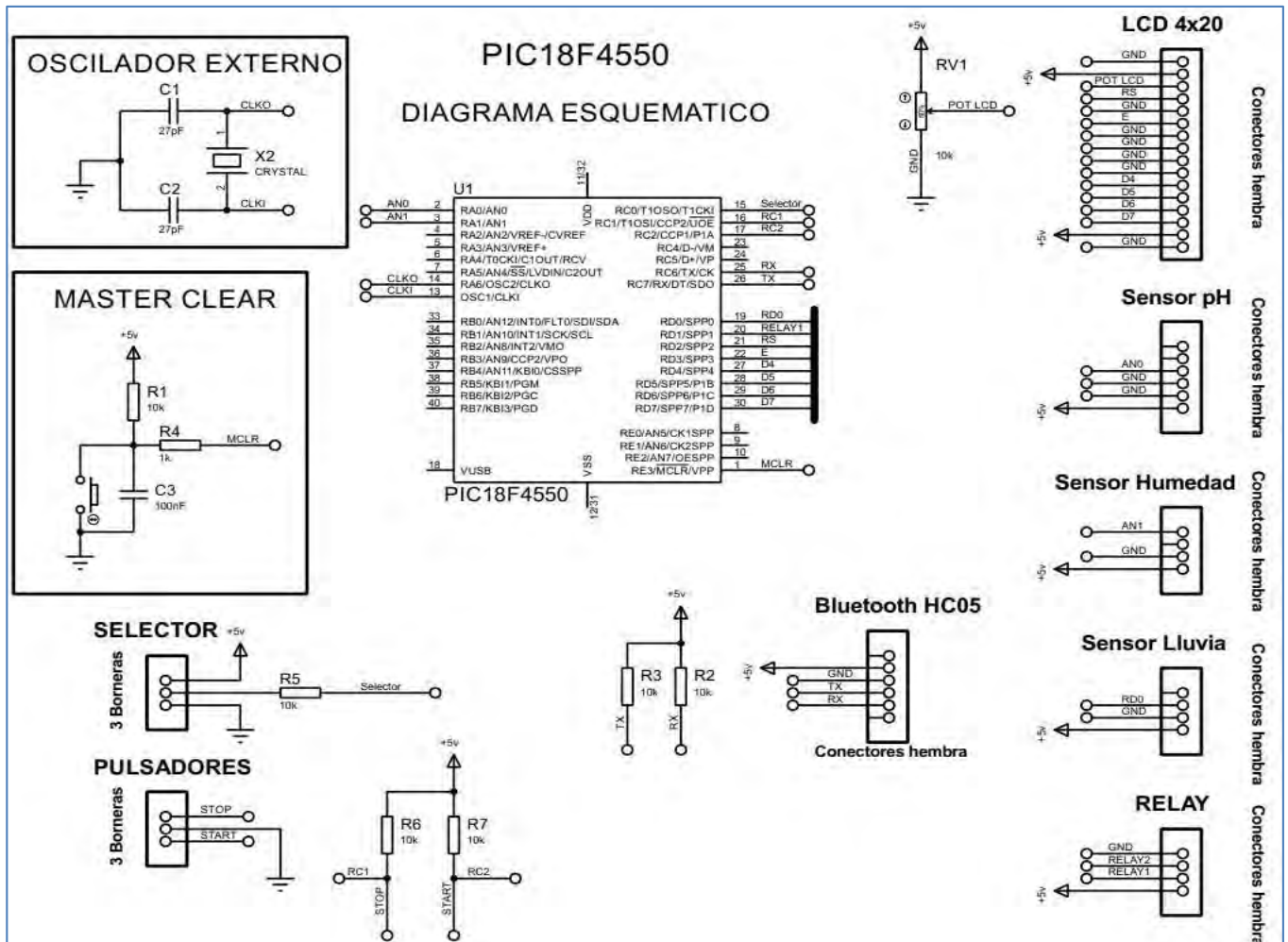
Elaboración propia

Imagen de diagrama PCB del sistema de riego automatizado



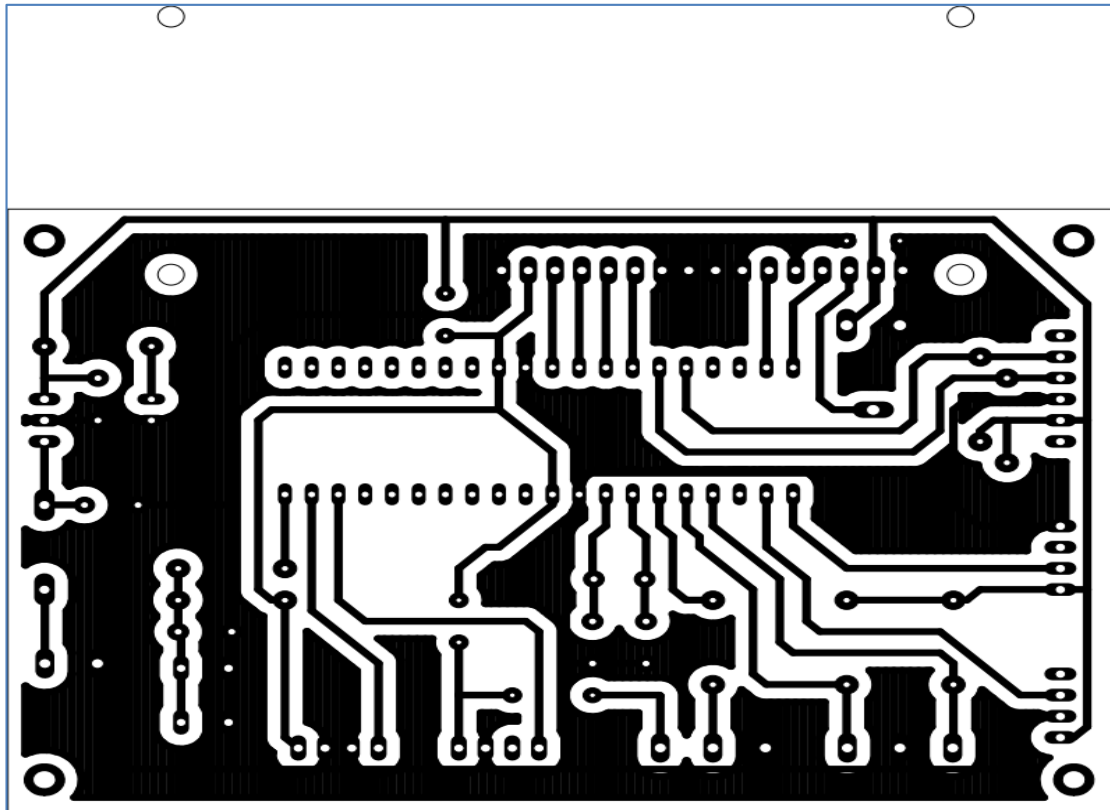
Elaboración propia

Imagen del diagrama esquemático



Elaboración propia

Imagen: de plantilla inferior de la tarjeta



Elaboración propia

### ANEXO 3: CONSTANCIA DE GANADORES DE FERIA DE PROYECTOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE  
CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES ESCUELA  
PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

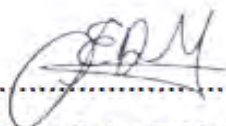
#### CONSTANCIA DE GANADORES DE FERIA DE PROYECTOS

El que suscribe:

Ing. Max Delgado Montesinos docente del curso Ingeniería del Producto del programa Profesional de Ingeniería Industrial; hago constar que:

La señorita **Brenda Miriam Supo Santillan**, alumna del curso **Ingeniería del Producto**, presentó el proyecto denominado **"Sistema de Riego Automático Inteligente para el sector agrícola de Majes"** obteniendo el tercer lugar en el concurso de Proyectos Cup Stone 2019, mérito por el cual, se le felicita y se le invita a seguir avanzando por el camino de la innovación y mejora constante, en bien de la sociedad.

Arequipa 2019



Max Edwin Delgado Montesinos  
Docente asociado del PPII  
Universidad Católica de Santa María

ANEXO4: SÁBANA DE DATOS DE ENCUESTA

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	V1	
E1	3	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	16	1
E2	4	2										6	0
E3	1	1	3	2	2	2	2	2	1	1	1	18	1
E4	2	1	1	1	2	1	2	3	1	1	1	16	1
E5	3	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	19	1
E6	4	1	2	3	2	2	2	1	2	1	1	21	1
E7	3	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	15	1
E8	4	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	18	1
E9	1	2										3	0
E10	3	1	3	1	2	2	1	3	1	1	1	19	1
E11	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	15	1
E12	2	1	3	2	2	2	1	2	2	1	1	19	1
E13	1	1	1	3	2	2	2	2	2	1	1	18	1
E14	3	1	2	1	2	1	2	3	1	1	1	18	1
E15	1	2										3	0
E16	3	1	3	2	2	2	1	2	1	1	1	19	1
E17	2	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	15	1
E18	4	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	18	1
E19	3	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	18	1
E20	1	2										3	0
E21	4	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1	20	1
E22	4	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	21	1
E23	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	14	1
E24	2	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	16	1
E25	3	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	16	1
E26	3	1	1	1	2	2	1	3	1	1	1	17	1
E27	4	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	18	1
E28	1	2										3	0
E29	3	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	17	1
E30	3	1	3	2	2	1	1	3	1	1	1	19	1
E31	3	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	19	1
E32	1	2										3	0
E33	4	1	1	3	2	1	1	2	1	1	1	18	1
E34	4	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	20	1
E35	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1
E36	4	1	1	2	2	2	1	3	2	1	1	20	1
E37	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	15	1
E38	3	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	17	1
E39	1	2										3	0
E40	3	1	2	1	2	1	1	3	1	2	1	18	1
E41	1	2										3	0

E42	3	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	18	1
E43	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	14	1
E44	4	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	17	1
E45	3	1	1	2	2	2	1	3	1	1	1	18	1
E46	4	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	17	1
E47	1	2										3	0
E48	1	2										3	0
E49	3	1	1	2	2	1	1	3	1	1	1	17	1
E50	3	1	1	1	2	2	2	3	1	1	1	18	1



**ANEXO5: DECRETO SUPREMO EL D.S. 004-2017-MINAM**

Esto comprueba que el agua tratada se encuentra dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para agua, el D.S. 004-2017-MINAM, en la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

El Peruano / Miércoles 7 de junio de 2017		NORMAS LEGALES			17			
<b>Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH<sub>3</sub>)</b>								
Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

**Nota:**  
 (\*)El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.  
 (\*\*)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH<sub>3</sub>).

**Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda				

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Benilo	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
<b>ORGÁNICO</b>				
<b>Bifenilos Policlorados</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L	35		35
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrin	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	µg/L	1		11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes	NMP/100	1 000	1 000	1 000

**Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	5		5

**PLAGUICIDAS**

Plaguicida	Unidad	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Peratión	µg/L		35	35
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin	µg/L		0,004	0,7
Clordano	µg/L		0,006	7
Dicloro Difeni Triclorometano (DDT)	µg/L		0,001	30
Dieldrin	µg/L		0,5	0,5
Endosulfan	µg/L		0,01	0,01
Entrin	µg/L		0,004	0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L		0,01	0,03
Lindano	µg/L		4	4
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	µg/L		1	11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 4:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

**Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias**

**DECRETO SUPREMO  
N° 004-2017-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

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;

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;

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;

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;

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

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;

DECRETA:

**Artículo 1.- Objeto de la norma**

La presente norma tiene por objeto compilar 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.

**Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

**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:

**3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional**

**a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable**

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

**- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección**

