



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Diseño de un sistema colector con filtro de carbón activado para la potabilización del agua de lluvia en viviendas, Tarapoto 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Hidalgo Reategui, Marcos Daniel ([ORCID: 0000-0003-0523-5231](https://orcid.org/0000-0003-0523-5231))

Trigozo Lozano, Luis Ángel ([ORCID: 0000-0002-0146-0506](https://orcid.org/0000-0002-0146-0506))

ASESOR:

Msc. Paredes Aguilar, Luis ([ORCID: 0000-0002-1375-179X](https://orcid.org/0000-0002-1375-179X))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

TARAPOTO — PERÚ

2020

Dedicatoria

Se la dedico a mis padres por su apoyo incondicional, pero estar ahí y ayudarme a realizarme como profesional, también agradezco hermanos por el apoyo constantes durante este proceso, por sus palabras de aliento en lo momentos difíciles. Este logro se los dedico a ellos como muestra del gran amor que les tengo.

Marcos Daniel Hidalgo Reategui

El presente trabajo de investigación dedico en primer lugar a Dios por haber dado la vida y aquellos que están presente dentro de mi vida. A mis padres que gracias a sus apoyos emocionales e incondicional me ayudan a seguir cumpliendo mis metas.

Luis Angel Trigozo Lozano

Agradecimiento

Primero agradezco a Dios por brindarme la salud y cuidarme todos los días de este camino y pedirle que siempre cuide y me guie en los porvenires de la vida, seguido agradecer a mis padres por el apoyo que me brindaron y siguen brindando para poder realizarme, puesto a que si no hubiera sido por ellos este camino hubiera sido mucho más difícil.

Marcos Daniel Hidalgo Reategui

A mis familiares, amigos por su apoyo emocional y a mis padres por la orientación brindada para alcanzar mis metas y poder desarrollar esta investigación

Luis Angel Trigozo Lozano

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	v
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	14
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN	32
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS.....	37
ANEXOS	42

Índice de tablas

Tabla 1: Componentes de un sistema de captación de agua de lluvia	9
Tabla 2: Esquema de grupo de investigación.....	14
Tabla 3: cuadro de variable y operacionalización.....	15
Tabla 4: cuadro de litros del filtro de carbón activado.....	16
Tabla 5: Cuadro de técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
Tabla 6: Estudios de laboratorio.....	20
Tabla 7: Precipitación pluvial neta.....	21
Tabla 8: Demanda mensual de agua.....	23
Tabla 9: Volumen de agua de lluvia disponible.....	25
Tabla 10: Volumen de agua excedente.....	26

Índice de figuras

Figura 1: Botella plástica 1 litro.....	16
Figura 2: Grafica de precipitaciones en la región	21
<i>Figura 3</i> : Interceptor de las primeras aguas.....	27
Figura 4: Tanques de 100 lt.....	27

Resumen

En el presente estudio de investigación se planteará un diseño de un sistema colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización del agua de lluvia en viviendas unifamiliares para dar solución a un problema que es falta de abastecimiento de agua potable en diferentes horas y a veces carecer de dicho servicio por varios días y determinar si el uso del sistema colector de agua de lluvia reduce el consumo de agua potable proveniente de la red principal. El siguiente proyecto de investigación se estudiará las variables que intervienen, como la potabilización del agua de lluvia al ser filtrado por el carbón activado. Y se harán estudios del agua sin ser potabilizada y potabilizada después de pasar los diferentes filtros

Para dicho sistema se tuvo que implementar una bomba de Ariete con la finalidad de economizar en lo que el traslado de la bomba para llevar el agua al tanque elevado , además de incluir 3 fases de filtrados, el primer filtro consta de arena fina y grava, el segundo la utilización del cloro en los tanques pasados por el primer filtro y por último el tercer filtro que es un cartucho de carbón activado, donde se optó la opción de utilizar el cartucho para que el sistema sea más automático.

Palabras Claves: Calidad e agua, área fina, grava, carbón activado

Abstract

In this research study, a design of a rainwater collection system with an activated carbon filter will be proposed. to improve the purification of rainwater in single-family homes. to solve a problem that is lack of drinking water supply in different hours and sometimes lack of said service for several days, said that a system was design  in order to have access to drinking water 24 hours a day or in times of water shortage and to determine if the use of the rainwater collection system will reduce the consumption of drinking water from the main network. The following research project will study the variables involved, such as the purification of rainwater as it is filtered by activated carbon. And studies of the water will be made without being purified and purified after passing the different filters

For this system, a ram pump had to be implemented in order to save on the transfer of the pump to bring the water to the elevated tank, in addition to including 3 filtration phases, the first filter consists of fine sand and gravel, the second the use of chlorine in the tanks passed through the first filter and finally the third filter, which is an activated carbon cartridge, where the option of using the cartridge was chosen to make the system more automatic.

Keywords: Water quality, fine area, gravel, activated carbon

I. INTRODUCCIÓN

En la realidad problemática, se describe desde un ámbito internacional que México implementó el proyecto “Agua para todos”, en dichas localidades de estudio de la zona Mazahua del estado de México, dicho proyecto obtuvo un impacto positivo en dichas áreas tales como : Económico, social, cultural y ambiental de las familias que se estudiaron en dicha zona, ya que el uso del método de recolección de drenaje pluvial fueron adaptados en las tres localidades de estudios como fuente alterna del agua que se necesita en las viviendas, la cual con dicho SCALL se vio la disminución de enfermedades intestinales. Dicho proyecto de la fundación Prozona Mazahua implicó ser elemento esencial para el progreso completo del lugar estudiado, relacionados a una de las comunidades rurales con un elevado índice de complicaciones ocasionadas por el escaso de abastecimiento de agua en México (MARTINEZ, ROCIO, 2017). Por otro lado, en lo que al ámbito nacional los pobladores de la comunidad de Vilca Maquera, Puno, dicho centro poblado carece de abastecimiento de agua potable, estos pobladores recolectan el agua de pozos rústicos y contaminados, la recolección de agua en mal estado causa enfermedades, este estudio calculó las cubiertas de las viviendas rurales, para así tener una captación de agua de lluvia con solución de utilización para humano y diseñar un sistema de captación, almacenamiento y bombeo del agua de lluvia. En esta investigación se concluye que el agua captada y almacenada en una superficie de 120 m² cubre los requerimientos admisibles de agua de la población y los parámetros de calidad de agua, donde dicha agua captada y almacenada están dentro de los niveles permitidos por los estándares nacionales de calidad ambiental. (CHINO, MOISES, VELARDE, EDILBERTO Y ESPINOZA, JULIO, 2016). En el ámbito local en la ciudad de Tarapoto, en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de San Martín se plantea un diseño hidráulico que optimice el aprovechamiento de aguas pluviales, con el fin de ahorrar agua potable en el mayor volumen posible, haciendo que la implementación de este sistema se vuelva económicamente factible, es decir para que la inversión realizada se recupere a un tiempo razonable (FASABI 2017). Conforme a las realidades problemáticas citadas se ha

observado que se puede utilizar el agua de lluvia para realizar la limpieza de los servicios higiénicos, y regado de las plantas, pero falta la utilización del agua de lluvia para consumo humano, por esta razón se realizará en la presente investigación donde se verá la mejor forma de tratar el agua de lluvia para a si hacerla potable. Seguido a esto se hizo la formulación del problema ¿De qué manera el diseño colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado mejorará la potabilización en viviendas unifamiliares, Tarapoto 2020 ?, se obtuvo los problemas específicos: ¿Cuáles son las propiedades físico químicas del agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización en viviendas unifamiliares, Tarapoto 2020?, ¿cuál son las características técnicas del sistema de colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización en viviendas unifamiliares, Tarapoto 2020?, ¿cuál es el diseño óptimo del sistema de colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización en viviendas unifamiliares, Tarapoto 2020?, ¿De qué forma es rentable el sistema colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización en viviendas unifamiliares, Tarapoto 2020?. Para esta investigación se procedió a realizar la justificación teórica: Esta investigación, se realizará con el objetivo de obtener resultados de manera aplicada, en la elaboración de un método de recolección y uso del agua de lluvia. Teniendo en cuenta que el agua de lluvia se puede utilizar de diferentes maneras, tanto potable como sin potabilizar, reduciendo el uso del consumo de agua potable en un porcentaje notorio y de esta manera ya no se sobreexplota los recursos hídricos. De esta manera la justificación práctica: se realizará porque existe métodos de hacer potable el agua de lluvia, ya sea por el método de cloración, rayos ultra violeta, sódic, etc. La cual hará al agua de lluvia potable y se estaría aprovechando recursos sostenibles accesibles en nuestra región, por lo tanto la justificación por conveniencia: Esta investigación tiene como finalidad captar el agua de lluvia y potabilizarla aprovechado mediante un diseño para generar una alternativa sostenible y económica para viviendas, por lo tanto la justificación por social: En esta investigación va contribuir de manera económica, aprovechando el agua pluvial como alternativa para reducir costos por el servicio de agua

potable en la ciudad de Tarapoto. Teniendo en cuenta que estamos en una zona tropical y son casi presenciales las precipitaciones en nuestra región, por último, la justificación metodológica: En esta investigación se va a plantear un sistema de captación y aprovechamiento de agua pluvial, la cual los resultados obtenidos servirán como alternativa económica y sostenible. Con respecto al objetivo general: Diseñar un sistema colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización del agua de lluvia en viviendas unifamiliares, Tarapoto 2020. Objetivos específicos, Determinar las propiedades fisicoquímicas del agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización en viviendas unifamiliares, determinar las características técnicas del sistema de colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización en viviendas unifamiliares, diseñar el sistema óptimo del colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización en viviendas unifamiliares, determinar la rentabilidad del sistema colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización en viviendas unifamiliares, en el consumo de agua potable proveniente de la red principal. Hipótesis general con el diseño de un sistema colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado se mejorará la potabilización en las viviendas unifamiliares. Hipótesis específicas , con la obtención de las propiedades fisicoquímicas del agua de lluvia con filtro de carbón activado mejorara la potabilización en viviendas unifamiliares, Tarapoto 2020, con la obtención de las características técnicas del sistema de colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado mejorara la potabilización en viviendas unifamiliares , Tarapoto 2020, con un diseño del sistema óptimo del colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado mejorara la potabilización en viviendas unifamiliares, Tarapoto 2020, determinar la rentabilidad del sistema colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización en viviendas unifamiliares , Tarapoto 2020 en el consumo de agua potable proveniente de la red principal.

II. MARCO TEÓRICO

Se tiene como antecedentes las siguiente investigaciones internacionales

CORREA R. Laura “Evaluación de un sistema de recolección de agua de lluvia para uso doméstico en la zona rural del municipio de Sopó, Cundinamarca, a través de modelación matemática” (tesis de grado) Pontifica universidad Javeriana, Bogotá, Colombia, 2017: Se tiene la posibilidad de satisfacer la demanda vital de agua, optima y básica para consumo humano, propuestos por la Organización Mundial de la Salud, incluso se puede contar con excedentes de agua para algunas demandas secundarias menores, mas no lo necesario requerido para el consumo doméstico establecido por la norma colombiana. Por ello, implementar un sistema de recolección de aguas pluviales sería insuficiente como única fuente de agua para las personas, a pesar de que este implicaría muchos beneficios en la calidad de vida al suplir satisfactoriamente la demanda vital y proporcionar seguridad y un acceso cercano. SOLANO C., GONZAGA F., ESPINOZA F. “Sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico, Isla Jambelí, cantón Santa Rosa” (artículo de investigación) Cumbres, Ecuador, 2017. 151(159) dice que: Esta técnica de aprovechamiento de agua de lluvia trae consigo, muchas ventajas como el acceso gratuito del agua, costo de mantenimiento que es relativamente bajo, y la contribución al medio ambiente. HERRERA M. Luis “Estudio de alternativas, para el uso sostenible del agua de lluvia” (tesis de grado), México, 2010. Concluye que, al utilizar un sistema de captación de agua de lluvia, traería consigo muchos beneficios en poblaciones que están faltos de un sistema de abastecimientos de agua potable, además de que se mejoraría la calidad de vida. Teniendo como principal desventaja de funcionamiento su dependencia a las lluvias y a la intensidad con la que estas se presentan. A nivel nacional se tiene la investigación de PONCE B. Darwin “Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha - Pasco 2018” donde concluye que al aplicar el carbón activado logro purificar y absorber el hierro y plomo del agua que consumían los pobladores de la comunidad Paragsha. MONSALVE D. Talía, SANTILLAN P. Henry en su tesis “Diseño de cámara

filtrante, utilizando carbón activado para mejorar la calidad del agua potable del C.P. El Milagro – Moyobamba 2018” concluyo que se comprobó y cumplió que con el diseño de una cámara filtrante de carbón activado se podrá mejorar la calidad del agua potable. A nivel local tenemos a SANDOVAL P. Tony y ESCALANTE A. Never en su tesis “Propuesta de un sistema de aprovechamiento del agua de lluvia, como alternativa para el ahorro del consumo de agua potable, en el barrio los jardines de la ciudad de Tarapoto-San Martin-2019” concluyo que los sistemas de captación de agua de lluvia representa una alternativa tecnológica no compleja, ecológica y económica para abastecer en calidad y cantidad con este recurso a la población, llegando a ahorra en un 30% del consumo total en las viviendas durante el año. Las teorías relacionadas con la variable independiente, según MARTINEZ, Antonio, RODRIGUEZ, Francisco, ALBERTI, Augusto, (2013, pág. 80) las precipitaciones ayudan a reservar el balance atmosférico, sin el ciclo de la precipitación, el planeta seria inhabitable. Las precipitaciones de una u otra manera ayuda en el desarrollo de la flora, los cultivos y nos brinda el elemento vital que es el agua, por ello según Paradd-Molina P. y Cervantes J (2017, pág. 154) captación del agua de lluvia, la recolección de agua de lluvia es una de las prácticas más utilizadas en muchas civilizaciones de antaño, actualmente en algunas partes del planeta algunos pobladores continúan la utilizando. De este modo se busca de resolver los problemas de escasez de agua potable optando por el almacenamiento del agua de lluvia durante las temporadas de lluvias y así darle uso en temporadas de sequias, la captación de agua de lluvia se utiliza como fuentes alternativas de dotación de agua y así abastecer con agua a las viviendas, además Solano. C; Gonza, F; Espinoza, F; Espinoza, J. (2015, pág. 153) Componentes de un sistema de captación a nivel domiciliario, este es un sistema recolector de lluvia, en donde se recolecta toda el agua de lluvia caídas en la cubierta, esta es conducida a través de tubos o canaletas que descienden hacia un tanque o cisterna para ser almacenadas, los componentes que lo conforman a esta captación son: medios de captación, el tipo de la cubierta influye mucho en lo que es calidad de la misma y también dependiendo del área de captación es elemental, ya que a mayor área se tendrá mayor agua captada y así poder

abastecer a la vivienda. Sistema de conducción, el sistema en si debe contar con canaletas para tener un medio por donde será conducido el agua de lluvia, para después posteriormente ser almacenado. Sistema de tanque interceptor de primeras aguas de lluvia, este proceso es más que todo captar las primeras aguas caídas en el área de captación que corresponde a la limpieza de la superficie, en donde el agua de lluvia al caer se pone en contacto con el polvo, heces de animales, hojarasca, etc. Sistema de almacenamiento, este equipo es donde se tendrá mayor costo de inversión en el sistema, ya que se puede utilizar tanques o construir cisternas, la misión de este equipo es almacenar el agua de lluvia que se captado en el área de captación y luego ser distribuida a la vivienda. Sistema de tratamiento, Se añadirá un filtro al proceso de distribución del agua almacenada hacia la vivienda, así para tener una mayor seguridad de calidad del agua para poder ser consumida, según Alberto Campisano , David Butler, y otros j (2016, pág. 51) las Características de los sistemas de captación de aguas pluviales, El suministro más fundamental de cada sistema recolector de agua de lluvia es el tanque que permite realizarse el almacenamiento y potabilización del agua de lluvia, el medio más utilizado son los techos de las viviendas. Durante el recojo de la lluvia el agua es dirigida a tanque o cisternas donde serán almacenadas temporalmente para poder satisfacer la demanda del agua; para el llenado del tanque y abastecimiento del agua en la vivienda se utiliza mayormente red de tuberías, los elementos que complementan el control de calidad son los que van a desviar las primeras descargar que recoge el área de captación tales como retención de escombros e impurezas y los prefiltros para que no ingresen al tanque y ellos contaminen el agua , después del llenado del tanque separaran el agua innecesaria y son transportadas por la alcantarilla. El uso de una o más bombas son incluidas para tener una presión adecuada para su abastecimiento en las viviendas. Campisano David Butler Sarah Ward Matthew J. Burns Eran Friedler Kathy DeBusk Lloyd N. Fisher-Jeffes EneDir Ghisi Aatur Rahman Hiroaki Furumai Mooyoung Han (2015. Pág. 17) Sistemas urbanos de captación de aguas pluviales: investigación, implementación y perspectivas de futuro, La implementación moderna va

variando mucho en todas partes del mundo, el uso de este sistema no maximizan los beneficios a la población, la influencia del uso de este sistema lleva a minimizar restricciones económicas y la falta de abastecimiento, el mantenimiento es de suma importancia y así no puedan afectar el agua de lluvia recolectada deben aumentar la confianza de su uso del agua de lluvia, por lo tanto según Tulinave Burton Mwamila , Zacharia Katambara , Moo Young Han (2016, pág. 22) estrategias para mejorar el suministro de agua en las viviendas, el uso de estos sistemas se realiza un análisis para utilizar la aplicación de dicho sistema con condiciones básicas para tener el coeficiente de escurrimiento, para que la población tenga un mejor abastecimiento del agua se usa la demanda total de todo el año y así puedan adoptar e usar las técnicas de cosecha del agua de lluvia y así funcionen como suministro de agua dual, la población al usar el sistema pueden confiar en el agua que recolectan y pueden llegar a abastecer para beber y cocinar con hasta 37.5 l/d , durante las estaciones secas, solo se llega a usar 10 l/d para beber, en tiempo de estaciones lluviosas el tanque puede generar un 150 l/d de agua y así satisfacer las demandas de uso, pero en estación secas el uso se llegaría a limitar a 100 l/d, dicha estrategia ayudara a abastecer a la población en sus viviendas, entonces según Shikuku, J., Munala, G., Mugwima, B., Muhoro, T., Gremley, A., Nyakundi, V. and Ali, M. (2020, PAG 158) Un sistema de captación de aguas pluviales en hogares, se constituye de canaletas, tuberías, tanques donde se almacenara, capacidad de abastecimiento, filtros, bombas, la función de este sistema es recolectar, abastecer y almacenar el agua de lluvia captada para usos de actividades diarias que se realiza en una vivienda, la metodología de este sistema se basa en: el agua de lluvia se recoge y guarda en los tanques o cisternas diseñadas, donde el agua de lluvia se llega a bombear directo a otro tanque elevados y abastecer a los puntos por gravedad o directo a los puntos de uso, para tener mejor demanda de uso es necesario usar los dos métodos tanto el agua potable y no potable del agua de lluvia, además según Basán Nickisch, Mario; Sánchez, Luciano; Tosolini, Rubén; Tejerina Díaz, Fabián; Jordan, Patricia (2018. Pag 19) Consideración para el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia, las consideraciones que se deben tener en

cuenta para el diseño del sistema de captación de agua de lluvia es más que todo tener filtros donde se pueda separar elementos sólidos del agua captada, donde el agua captada se conducirá por prefiltros y filtros para su consumo, para el diseño se debe adecuar algunos componentes como: captación de primera lluvia, su función es separar algunos residuos que estén en el área de captación, además la calidad del agua puede ser alterada por heces u orinas de algunos animales. Dispositivos de uso, son complementos que se usan para el filtrado del agua tales como: dispositivos para desinfección, ayuda a eliminar bacterias y hacer potable el agua almacenada, algunas desinfectadoras son: cloro, ultravioleta, carbón activado, etc. Dispositivos de automatización, su función es ayudar como complemento al sistema en lo que va de su función como almacenamiento, se incluyen la bomba o equipos para su conducción. Desvío al drenaje, esta función ayuda a evacuar el agua que ya no se necesita y así dirigirse a un alcantarillado y el agua captada que se necesitara se llevara a almacenar en un cisterna o tanque, del proyecto investigado de Jalife, Sandra; Quiroa, Jaime; Villanueva, Jorge. (2018, pág. 67) Componentes del sistema de captación de agua de lluvia, los componentes que tiene el sistema están constituidos por cinco unidades básicas: el área donde será la captación, los tubos o canaletas para los ductos para llevar el agua de lluvia, el tratamiento adecuado para su uso, el cisterna o tanque donde será almacenado y los suplementos. Cada sistema que recolectara el agua de lluvia debe tener consigo los siguientes subsistemas o suplementos: sistema de captura o superficie de captura, sistema de recolección de agua o distribución, sistema de almacenamiento de agua. La superficie de captura y el sistema de recolección se encontrará ubicada en toso el sistema de captación del agua de lluvia, el sistema de almacenamiento es el accesorio más fundamental, ya que es el que dará la cantidad almacenada y calidad de agua que se llegará a usar.

Tabla 1:

Componentes de un sistema de captación de agua de lluvia

Unidad Básica	Categoría	Elementos	Función
Área de captación	Plásticas y metálicas	Techos de policarbonato o algún plástico no fotodegradable Techos de lámina metálica	Colectar el agua de lluvia
	Cemento, impermeabilizadas Y tejas	Azoteas de cemento con o sin impermeabilizante Tejados de arcilla, madera o similares.	
Tuberías y conductos	Plásticos	Tubería de PVC hidráulica o sanitaria Tubería de PP	Conducción del agua de lluvia
Tratamiento	Metálicos	Canaletas y tubos metálicos Tubería de cobre	Retirar sólidos grandes Apartar el agua con mayor concentración de contaminantes. Retener sólidos rápidamente sedimentables. Eliminar y/o inactivar microorganismos. Retener sólidos de hasta 50 micras. Retener materia orgánica, olor, sabor y color. Retener sólidos de hasta 10 micras. Retener materia orgánica, olor, sabor, color. Eliminar microorganismos y virus.
	Primario	Separador de hojas Separador de primeras lluvias	
		Clarificador o desarenador	
	Secundario	Dosificador de sustancia de conservación Filtros a presión de sólidos	
		Filtro de carbón activado	
	Terciario	Filtro a presión Filtro de carbón activado con KDF 85 y 65. Ultravioleta, Ozonador	
Depósito de almacenamiento	Cemento	Cisterna de plástico subterránea o a nivel de piso.	Almacenar el agua de lluvia y conservar su alta calidad.
	Plástico y metálico	Cisterna de plástico subterráneo o a nivel de piso Tinaco de plástico. Cisterna de geomembrana subterránea o a nivel de piso. Tinaco de acero inoxidable Cisterna de acero inoxidable.	Almacenar el agua de lluvia y conservar su calidad.
Complementos	Automatización, control y otros	Bomba hidráulica. Medidores de nivel Dispositivos de control.	Mover el agua al lugar que se requiera y hacerla pasar por el tren de tratamiento.

fuentes: captación de agua de lluvia: tipos, componentes y antecedentes en zonas áridas de México, como estrategia de uso sustentable del agua

Según BASÁN. Mario; SANCHEZ. Luciano; TOSOLINI. Rubén; TEJERINA. Fabian. JHORDAN. Patricia (2018, pág. 16), metodología del sistema de captación de agua de lluvia, este sistema de recolección y almacenamiento de agua de lluvia consta de las siguientes elementos: área de captación, llegan a ser los techos o soportes con desnivel para que tenga un adecuado deslizamiento y resistente a lluvia de gran magnitud, la superficie se determina a través del análisis de lluvias del lugar, en donde es recomendable tener datos de precipitaciones de cada año bastante amplias (30 a 40 años como mínimo) para examinar periodos hidrológicos secos, húmedos y medios, dichos datos ayudara a reducir la posibilidad de estar sin agua en las épocas con escasez de agua. Sistema de canaletas y bajadas, esto es la parte donde se tiene menos gastos en lo que va del sistema y esta parte del sistema son vulnerables a roturas, malas instalaciones, dimensionamientos, etc. dichas canaletas tienen que se lo adecuadamente grande, sea cual sea la magnitud de la lluvia, con un diámetro no inferior a 100 a 115 mm, las canaletas deben tener un adecuado desnivel, donde no tenga problemas en el escurrimiento del agua de lluvia hacia el tanque, con una pendiente de 0.005 m (5cm por cada 10 m de longitud). Sistema de prefiltros, es de suma importancia que las captaciones de agua de lluvia tengan un sistema de prefiltros en la cual es una división de la cañería donde esta una malla plástica, donde impida el paso de la basura que se acumula en los techos de las viviendas. Filtro de arena, es recomendable usar un filtro de arena antes del ingreso del agua de lluvia al cisterna o tanque, para así disminuir los desechos que pasaron por el sistema prefiltros. Sistema de bombeo, el sistema de bombeo se utilizará para la extracción del agua, como alternativa de bombeo mediante una bomba para el cual se llegue a extraer el agua almacenada, tanto para el llenado del tanque elevado, el cual se hará el mecanismo para no llegar a contaminar el agua. Tratamiento de potabilización de agua almacenada, después de haber pasado el prefiltros y el filtro de arena el agua de lluvia aún no está potable para su consumo ya que dicha agua puede contener patógenos que perjudican al consumidor, una de la opciones seria hervir el agua durante 3 a 5 minutos para así eliminar algunas bacterias y así poder

ser consumida, otra opción es agregar cloro en medidas justas, según recomendaciones la OMS se puede consumir cloro residual de 0.2 mgr/lit, cualquier uso de las dos metodologías es válida , pero el método del cloro es uno de los uso más prácticos y efectivos en lo que es la potabilización del agua y pueda ser consumido, por ello según Cortés, Osear, et al (2013, pág. 14) determinar la calidad del agua pluvial en superficies de cubierta, otro caso para tener buena calidad de agua de lluvia tienes diferentes uso tales como jardinería, limpieza y con fines de uso con mantenimiento, para la evaluación de las precipitaciones diarias y futuros en un lapso de 10 años, la validez del sistema de captación y aprovechamiento han ayudado a reducir costos y ahorro de agua, la calidad que tiene el agua de lluvia almacenada no es tan comparativo con el sistema de agua potable que abastecen en la población, además según Malambo, T. and Huang, Q.H. (2016,pag. 51) la recolección de agua de lluvia en los techos, el sistema de recolección de captación de agua de lluvia es viable y logra tener mayor abastecimiento de agua en los hogares, los recolectores de agua de lluvia no serán suficientes para tener una mayor demanda de agua en las viviendas y por ello deben priorizar el uso a actividades donde si es necesario el uso del agua de lluvia, temas relacionados con la variable dependiente, según Adi Heru Husodo, Indwiani Astuti, Sudarmadji Sudarmadji, and Tjut Sugandawaty Djohan (2015, pág. 27) filtración de agua de lluvia con carbón activado, el filtro de carbón activado tiene componentes de distribución y absorción del tamaño de un poro, el carbón activado tiene tanta importancia en lo que es la absorción de bacterias que contaminan el agua, el carbón activado es de componentes granulares e irregulares con diámetro de 02 – 5 mm, su fabricación es echa del cascara de coco, su proceso de fabricación es con la deshidratación del material, para eliminar el contenido del agua que tiene el material es necesario ponerlo en un horno con temperatura de 170° c y 275 °c, después de pasar al horno se procesa la descomposición del carbono y se llega a formar alquitrán, metanol, fenol y otros subproductos, casi el 80% del carbón se viene a obtener a temperaturas de 400 – 600 °c, por ello según Gómez, W.1 Rojas, J.2 Suarez, A.3 Salinas, A.4 (2019, pág. 21) los beneficios de la potabilización de agua de lluvia para tener un eficaz proceso

de recolección y potabilización del agua de lluvia se tienen que realizar aquellas actividades : durante la precipitación el agua es captada desde los techos de las viviendas, el agua de lluvia llega a ser almacenada y llega a ser clorada, filtrada en dos procesos , uno con carbón activado y el otro con grava, para que el agua de lluvia pueda ser utilizada de forma potable, por lo tanto según Khayan Khayan , Adi Heru Husodo, Indwiani Astuti, Sudarmadji Sudarmadji, and Tjut Sugandawaty Djohan (2019, pág. 203) El agua de lluvia como fuente de agua potable: impactos en la salud y Tratamiento de aguas pluviales la gran parte de los hogares en zonas rurales dependen más que todo de un pozo el 60% y mientras se pueda cosechar un 2% de agua de lluvia para poder ser usado en actividades dentro de la vivienda, donde el 63% de hogares consumen un total de 30 litros de agua para sus actividades que llevan en un día, en la obtención del agua son caminada más de 2km y transportadas a sus viviendas y así no quedarse sin ser abastecidos a su hogares, entonces según Al-Huson, Al-Balq'a, Irbid, Jordan (2016, pág. 41) los actores que influyen en la cloración . la cloración del agua de lluvia tienen la función de eliminar bacterias con la reacción con ella, el cloro llega a eliminar y desinfectar, la cloración es más efectiva en temperaturas altas , cuando el agua tiene baja temperatura, la acción del cloro es más lenta, el concentrado o uso que se tiene para utilizar el cloro es el tiempo mínimo debe estar en contacto en un promedio de 30 minutos máximo y con la cantidad necesaria el cloro llega a cumplir su función de desinfección y es demostrado con eficacia que se puede a llegar a desinfectar el agua con la dosis requerida y están sujetas que no se deben exceder los 2 mg/L, la velocidad de alimentación del cloro requerida se optime a través de un cálculo, además según Janice Lynn Ayog, Salinah Dullah & Rosdianah Ramli, (2016, pág. 151), calidad del agua de lluvia cosechada, agua de lluvia captada degrada la calidad de ella, entre ellas están los metales pesados y bacterias patógenas, la importancia de la recolección de agua de lluvia es más usado para fines domésticos, por eso según Nilufa Sultana, Shatirah Akib, Muhammad Aqeel Ashraf, Mohamed Roseli Zainal Abidin, (2015, pág. 91), factores contribuyentes a la calidad de la cosecha agua de lluvia, algunos de estos factores contribuirán en la cosecha del agua de lluvia, entre ellos están:

material del techo, la calidad del agua recolectada dependerá del material que es construido el techo, tales como tejados, metal, madera, etc., el parámetro ácido del agua de lluvia puede ser neutralizado por metales, tejas, etc., entre los tipos de techos donde serán instalados los sistemas la madera tratada esto contiene un alto índice de cobre y metal galvanizado, la turbidez, carbono orgánico y color, los techos de acero son de menos concentración de componentes que alteren el agua captada, frecuencia de lluvia, la variación del cambio climático determinar la intensidad en la que la lluvia da, la utilización de la escorrentía del agua de lluvia son relacionados con la tendencia en lo que son los parámetros de la calidad del agua, en épocas de lluvia el agua recolecta es menos contaminada y en épocas de verano y otoño las precipitaciones que son menos para la captación y almacenamiento del agua de lluvia, es más rentable captar agua de lluvia en épocas de lluvias y en verano y otoño guardar el agua captada para diferentes usos, cambio climático, el cambio climático es uno de los factores que incluye la producción de la escorrentía, al tener menos escorrentía de agua pluvial, primera descarga, las primeras captaciones de los techos son las primeras aguas contaminadas por polvos, hojas, heces de animales entre otros, por lo que es evacuar a otro tanque o alcantarilla el agua contaminada, por lo tanto según Morales, J. A.a1, Cristancho, M. A.a2, y Baquero-Rodríguez, G. A , (2017, pág. 181) Análisis de parámetros, los parámetros de calidad de agua se estudian los incrementos y reducciones de los parámetros en diferentes épocas del año, tales como turbidez, sabor, temperatura, después de haber pasado el agua de lluvia por una potabilización y ser consumida, además según Sharifah Faizah Wan Johor, Siti Halipah Ibrahim, Khatijah Yaman, Rasidah Abd. Wahab, Mohd Nasrun Mohd Nawi, (2017, pág. 179) importancia del uso de filtros, la calidad de agua de lluvia se determina antes y después de proceso de filtrado y así identificar algunos cambios que tienen, se utiliza también una malla filtrante de tela para la retención de mosquitos, las presiones del agua dependerá de las caídas que va hacia el tanque cisterna o tanque, la filtración permitirá que el agua de lluvia sea consumido y usado en las viviendas.

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación:

El siguiente proyecto de investigación es de tipo experimental, debido a que se manipulara la variable tomando en cuenta el control de la metodología cuantitativa. En esta se estudiará las variables que intervienen, como la potabilización del agua de lluvia al ser filtrado por el carbón activado.

“El diseño de investigación es el plan de acción principal que tomara el investigador para obtener las respuestas a sus interrogantes. El di seño de investigación plantea las estrategias básicas que el investigador seguirá para producir información” (ANIORTE, 2018, sp.)

El diseño de la investigación es el siguiente:

$$D: E_i - T - E_f$$

Dónde:

D: Diseño

E_i: Evaluación inicial

E_f: Evaluación final

T: Tratamiento

A continuación, la gráfica del diseño experimental de sistema colector de agua de lluvia:

GE_1 (agua sin ser potabilizada)	01
GE_2 (agua potabilizada por el filtro de carbón activado)	01

Tabla 2: *Esquema de grupo de investigación*

Grupos	sin tratamiento	Tratamientos	Después
	ph		
Agua sin ser potabilizada (GC)	E_i	-	E _f
Agua potabilizada por el filtro de carbón activado (GE)	E_i	T	E _f

Fuente: Elaborado por los tesistas

3.2. Variables y operacionalización

Tabla 3: cuadro de variable y operacionalización

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente	Es un sistema que usa el carbón activado, este es un carbón poroso que captura compuestos, en su mayoría orgánicos, como complemento a un sistema de captación (Julio Alberto Solís-Fuentes)	Se captará el agua de lluvia usando el techo, se conducirá hacia los filtros mediante canaletas y tuberías.	Características técnicas del sistema de colector.	Volumen de agua Tiempo de llenado Índice de Precipitaciones Área de captación	Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo
Variable dependiente	Es eliminar los componentes inorgánicos que pueden contaminar del agua de lluvia, haciéndola apta para su consumo. (SOLANO, Cesar)	El carbón activado nos servirá como último filtro en nuestro sistema, este se encargará de reducir los elementos patógenos residuales de los filtros anteriores.	Propiedades físicas y químicas del agua potable	Carbonatos y bicarbonatos Amonio Fosfato Nitrato Sulfato Cloruros Solidos Disueltos PH, C.E., Salinidad Metales Disueltos	Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo
“Sistema colector con filtro de carbón activado”			Diseño Optimo	Caudal Diámetro de tuberías	Intervalo Intervalo Intervalo
			Rentabilidad del Sistema	Metrados Costos Unitarios	

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

“Es el grupo de objetos o personas de lo que se desea saber o aprender en la investigación”. (LOPEZ, 2014, sp)

Muestra

“Es una parte de la población donde se llevará a cabo la investigación. Existen una cantidad de procedimientos para conseguir el número de elementos de la muestra, como la lógica o formulas, en otros términos, la muestra viene a ser una parte importante que está en representación de la población” (LOPEZ, 2014, sp)

Población Muestral

El agua obtenida del sistema colector con filtro de carbón activado. Proveniente de las lluvias en la ciudad de Tarapoto

Figura 1: Botella Plástica 1 litro



Tabla 4:

Cuadro de Litro del filtro de carbón activado

FILTRO DE CARBON ACTIVADO	PARCIAL
Agua de lluvia trata con el sistema colector con filtro de carbón activado	1 L
TOTAL	1L

Fuente: Elaborado por los tesisistas

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Es la agrupación de procedimientos metodológicos y sistemáticos, encargados de implementar la operatividad de los métodos de investigación, tienen como finalidad recolectar la información inmediata, las técnicas además son una invención del hombre y como tal existen muchas técnicas dispuestas de ser investigadas” (VILLAFUERTE, 2010)

Instrumentos según YUNI y URBANO (2014), manifestó: “el instrumento es el mecanismo o dispositivo que utiliza el investigador para generar información”

Tabla 5:

Cuadro de técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Fuente
Análisis de laboratorio	Ficha de recolección de datos	Artículo 63 del Reglamento de calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA.
Análisis de características técnicas del sistema	Análisis de gabinete	Norma OS.060
Diseño de sistema	Análisis de gabinete	OS. 010 Captación y conducción de agua para consumo humano
Análisis de rentabilidad	Análisis de gabinete	SUNASS

Fuente: Elaborado por los tesisistas

3.5. Procedimientos

Captación: Esta está conformada por el techo de la vivienda, el cual deberá contar con superficie y pendiente adecuadas para que se facilite el escurrimiento de agua de lluvia hacia sistema colector. Los materiales usados en la construcción de techos para la captación de agua de lluvia son las calaminas, tejas de arcilla, paja, etc. Siendo los techos de calamina los que abundan en la ciudad de Tarapoto y será parte de nuestro diseño.

Recolección y conducción: Estas son conformadas por las canaletas que van posicionadas en los bordes inferiores del techo, por donde se conducirá el agua de lluvia para posterior mente ser recolectada por tuberías dirigida hacia el tanque de filtración y almacenamiento.

Filtro y tratamiento para la potabilización: Tras de captación el agua de lluvia de las canaletas, esta pasara por una tubería aun primer tanque, donde se separar “las primeras aguas” que son las se captó en los primero minutos de la lluvia y son las que “lavarón la calamina”, mediante un diseño simple utilizando una esfera que nos ayudara para que cuando este primer receptor se llene, no permita pasar el agua de lluvia, y la dirija hacia otra tubería.

Posterior a esto el agua de lluvia que seguirá será dirigida hacia un tanque de almacenamiento para posteriormente ser sometido al filtro de Arena y grava, partiendo de esta por medio de tuberías hacia el filtro de carbón activado. Para este entonces el agua ya tendría que estar limpia en un 70% aproximadamente.

Almacenamiento: Tras el proceso de filtrado el agua pasaría, por tuberías hacia los tangues donde se dosificará con cloro para poder ser almacenada, y eliminar algunos residuos contaminantes.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos recogidos se procesarán con elaboración de diseños, estudio físico del agua, las cuales se presentarán ordenadas con cuadros resumidos y gráficos para brindar un mayor entendimiento.

Estudio Físico del agua, para la obtención de los parámetros físicos del agua se obtendrá mediante un análisis en el laboratorio. Reglamento de calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA.

Análisis de características técnicas del sistema, para la obtener las características se tendrá que hacer un análisis de dicho sistema comparando con otros sistemas colectores. Norma OS.060.

Diseño de sistema, se fijarán las condiciones para elaborar captación y conducción de agua. OS. 010 Captación y conducción de agua para consumo humano.

3.7. Aspectos éticos

Los investigadores del proyecto de investigación actual se compromete respetar la legitimidad de los resultados de los datos realizados en los laboratorios con dichas fichas de acuerdo a las normas y criterios del investigador, conservando la prudencia de la información de las personas que participan en la investigación.

IV. RESULTADOS

4.1 Propiedades fisicoquímicas del agua de lluvia con filtro de carbón activado (ver Anexo 05)

La muestra tras pasar por los filtros de arena, grava y carbón activado, posterior se envió al laboratorio del Instituto de Cultivos Tropicales, obteniendo como resultado:

Tabla N° 06: Estudios de laboratorio

Propiedades	Valor
pH	7.02
C.E. ms/cm	128.0
Salinidad	81.9
STD mg/l	0.1
Cl	0.5
CO ₃	0.0
HCO ₃	0.3
SO ₄	0.0
N-NO ₃	0.04
Calcio	14.8
Cobro	1.1
Fierro	7.2
Magnesio	2.2
Potasio	<0.01
Sodio	<0.01
Zinc	<0.01
Cd	<0.01
plomo	<0.01
Cr	<0.01

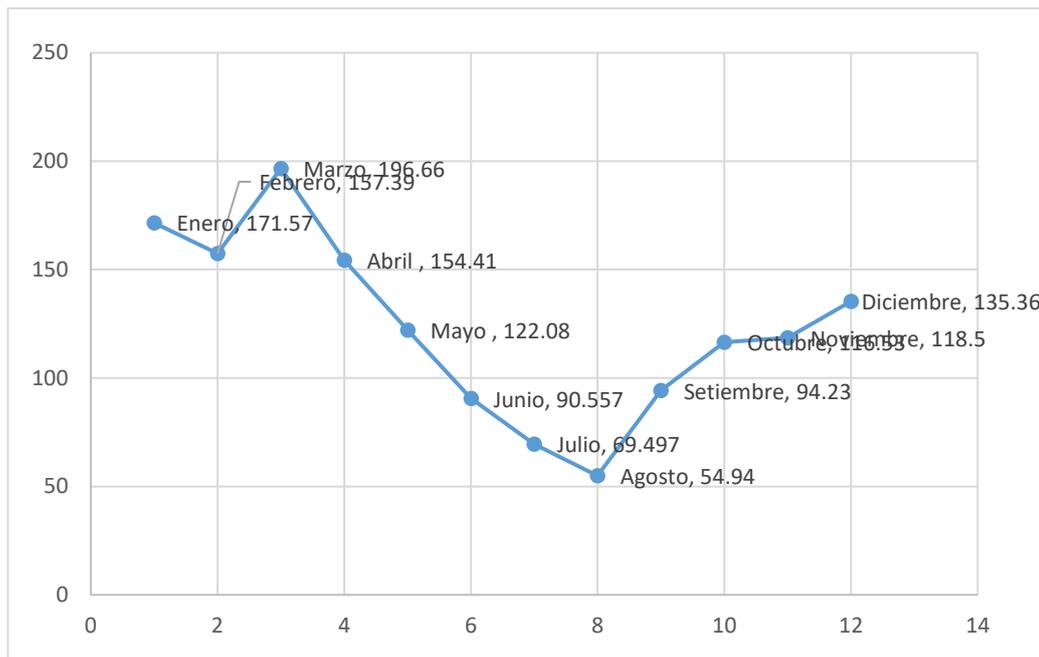
Fuente: Elaboración de los Tesistas

Interpretación: Dichos resultados se realizaron en el laboratorio del Instituto de cultivos tropicales (ICT), con la finalidad para conocer los parámetros de nuestra que fueron pasados por diferentes filtros.

4.2 Determinar las características técnicas del sistema de colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización en viviendas unifamiliares, Tarapoto 2020

La precipitación total mensual se expresa en mm, se tiene dentro del periodo 2010-2019 según SENAMHI los siguientes resultados:

Figura 2: Grafica de precipitaciones en la región



Fuente: Elaboración de los Tesistas

Interpretación: Se puede observar que el mes con mayores precipitaciones es el mes de marzo, además de que se puede observar una gran variación de precipitaciones entre los meses, por ende, necesario disponer de una estructura de almacenamiento de volumen importante, si se quiere si se busca solucionar las necesidades con el agua de lluvia.

Precipitación Pluvial Neta

Se tiene a considerar como coeficiente de escorrentía a 0.8, ya que el área de captación tendrá como material predominante la calamina corrugada

Tabla N° 07: Precipitación Pluvial Neta

	Precipitación Promedio	Coeficiente de Escorrentía	Precipitación Promedio Neta
Enero	171.57	0.8	137.256
Febrero	157.39	0.8	125.912
Marzo	196.66	0.8	157.328
Abril	154.41	0.8	123.528
Mayo	122.08	0.8	97.664
Junio	90.557	0.8	72.4456
Julio	69.497	0.8	55.5976
Agosto	54.94	0.8	43.952
Septiembre	94.23	0.8	75.384
Octubre	116.53	0.8	93.224
Noviembre	118.5	0.8	94.8
Diciembre	135.36	0.8	108.288
TOTAL	1481.724	-	1185.3792

Fuente: Elaborado por los tesisistas

Interpretación: En esta tabla se muestra la precipitación pluvial neta que se origina en nuestra zona de estudio, en este caso Tarapoto, en dicho cálculo se usara con el objetivo de encontrar el total de las caídas en ese momento

Volumen de Agua Requerida

Dotación diaria

Trabajaremos con la dotación diaria según la norma O.S 010 tomando de cuenta que sería un camión cisterna pues a que será un complemento al agua potable proveniente de la red principal. 50 litros/habitantes/día

Volumen de agua requerida

Número de Personas = 6 En una familia promedio

Dotación Diaria Por Persona = 50 Lts.

Volumen de Agua Requerida = 300 litros/día = 0.3 m³/día

Volumen de agua requerida por mes = 300 Lts/día x 30 días
= 9000 Lts = 9 m³/mes

Demanda Mensual de Agua

TABLA N° 08: Demanda mensual de agua

Mes	N° de Días	Demanda Diaria (m ³)	Consumo Total (m ³ /mes)
Enero	31	0.3	9.3
Febrero	28	0.3	8.4
Marzo	31	0.3	9.3
Abril	30	0.3	9.0
Mayo	31	0.3	9.3
Junio	30	0.3	9.0
Julio	31	0.3	9.3
Agosto	31	0.3	9.3
Setiembre	30	0.3	9.0
Octubre	31	0.3	9.3
Noviembre	30	0.3	9.0
Diciembre	31	0.3	9.3
Total			109.5

Fuente: Elaborado por los tesisistas

Interpretación: Se muestra la demanda mensual que una vivienda llega a un consumo total de agua durante 1 año, la unidad de consumo es en m³

Área de Captación

El área de captación debe ser lo suficientemente para recolectar el volumen de agua requerida, solo se debe tener en cuenta la proyección horizontal de la superficie de captación. El área de captación está establecida por la siguiente formula:

$$A = V/(P*Ce).....Ecuación (1)$$

$$Pn = P*Ce$$

$$A = V/Pn$$

Dónde:

A: Área horizontal de la captación en m².

V: Volumen de agua requerida en L.

Ce: Coeficiente de escorrentía.

Pn: Precipitación neta.

P: Precipitación pluvial.

Entonces el área de Captación Sera:

$$\text{Área} = 300/1.185 = 253.16 \text{ m}^2$$

El Área requerida es de 253.16 m², y este es el área con el que se trabajara en el diseño

Volumen de agua de lluvia disponible

Considerando el área de Captación y la Precipitación Promedio Neta Mensual, determinamos el Volumen de Agua de Lluvia Disponible, según la siguiente tabla:

Tabla n°9: Volumen de agua de lluvia disponible

MES	PRECIPITACION PROMEDIO NETA		AREA DE CAPTACION	VOLUMEN DE AGUA DISPONIBLE
	mm	m.	(m2)	m3/mes
Enero	137.256	0.137	253.16	34.75
Febrero	125.912	0.126	253.16	31.88
Marzo	157.328	0.157	253.16	39.83
Abril	123.528	0.124	253.16	31.27
Mayo	97.664	0.098	253.16	24.72
Junio	72.4456	0.072	253.16	18.34
Julio	55.5976	0.056	253.16	14.08
Agosto	43.952	0.044	253.16	11.13
Septiembre	75.384	0.075	253.16	19.08
Octubre	93.224	0.093	253.16	23.60
Noviembre	94.8	0.095	253.16	24.00
Diciembre	108.288	0.108	253.16	27.41
TOTAL	1185.3792	1.185	253.16	300.09

Fuente: Elaborado por los tesisistas

Interpretación: se muestra el volumen de agua de lluvia que se llega a recoger durante 1 año en nuestra región, junto a un área de captación de 253.16 m2 y está dividida por meses cuanto se llega a recoger.

Tabla N°10: Volumen de Agua Excedente

Mes	Volumen de Agua Disponible (m3/mes)	Volumen de Agua Requerida (m3/mes)	Volumen de Agua Excedente (m3/mes)
Enero	34.75	9.3	25.45
Febrero	31.88	8.4	23.48
Marzo	39.83	9.3	30.53
Abril	31.27	9.00	22.27
Mayo	24.72	9.3	15.42
Junio	18.34	9.00	9.34
Julio	14.08	9.3	4.78
Agosto	11.13	9.3	1.83
Setiembre	19.08	9.00	10.08
Octubre	23.6	9.3	14.3
Noviembre	24	9.00	15
Diciembre	27.41	9.3	18.11
Total	300.09	109.5	

Fuente: Elaborado por los tesisistas

Interpretación: Se puede observar que se cuenta con un volumen de agua disponible mucho mayor al volumen de agua requerida, en ese caso se puede disponer de esta.

Captación de aguas de lluvia

La captación del agua de lluvia se realizará por el techo propio de la vivienda, la cual está hecha de calamina galvanizada corrugada. Esta está ubicada en el Jr. Manca Inca 521-9 de abril-Tarapoto, siendo el Área de captación de 253.16m²

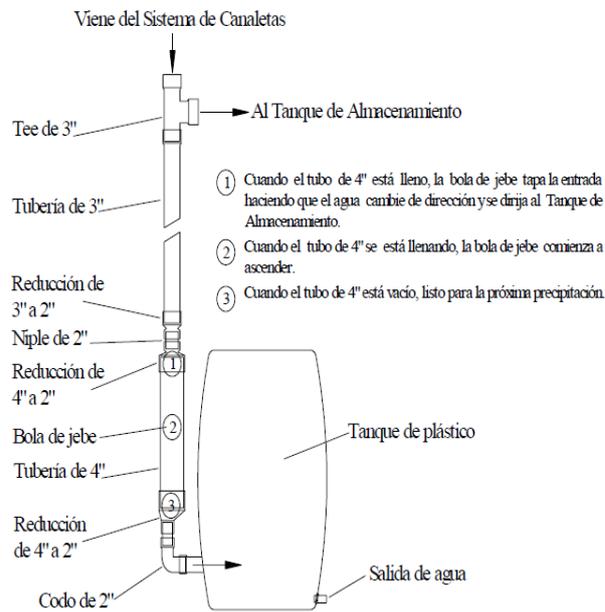
Sistema de conducción

El sistema de conducción será el que se encargue de transportar el agua pluvial dentro del sistema. Para su elaboración se utilizará canaletas de metal liso de 6" que formaran el sistema de canaletas, que conducirá el agua desde el área de captación hasta el punto donde ira hacia abajo. Las canaletas deberán colocarse con un 0.5% de pendiente mínima, siendo el caso de que las canaletas este expuestas a captar otros materiales, como pueden ser hojas, etc.; estas deberán ser protegidas con mallas, para así evitar obstrucciones de las tuberías

Deposito para las primeras aguas

Este dispositivo es para las primeras descargas de agua de lluvia, son las que limpian la superficie del área de captación, para de esta manera reducir contaminantes, se estima según la CEPIS, que por cada m² de techo se requiere de litro.

Figura 3: Interceptor de las primeras aguas



Fuente: Elaborado por los tesisistas

Tanque receptor del agua de lluvia

Este tanque tiene la finalidad de recibir el agua de lluvia, por primera vez, para posteriormente pasar por los filtros de arena y grava. Este compuesto por dos tanques plásticos de 200 litros cada uno. (Ver Figura 4)

Figura 4: Tanques de 100 lt



Fuente: Elaborado por los tesisistas

Filtro de arena y grava

Este primer filtro tendrá una primera capa en la parte superior de 50cm de arena fina, seguido por 5cm de arena gruesa, para posteriormente tener en la base 8cm de gravilla. Este filtro será usado para reducir las impurezas (Ver Anexo)

Tanque con agua filtrada

Este segundo tanque será el que está después del filtro de arena y grava, este será un tanque de plástico de 200 litros, asumiendo que este es un punto de transición del agua. Este tanque estará a 1m de altura de la bomba. (Ver Anexo).

Bomba de ariete

Esta bomba de ariete o bomba hidráulica tiene un pendiente de 1 metro de altura con respecto al “tanque con agua filtrada” para así poder contrar con una diferencia de alturas y ganar presión, para de esa manera poder impulsar el agua hacia el tanque elevado.

Filtro de Carbon Activado

El filtro de carbón activado estará antes de llegar al tanque elevado, este filtro se tendrá que reemplazar cada período anual.

Tanque Elevado

Se utilizará un tanque elevado de 1500 L, para almacenar el agua de lluvia, además es aquí donde se aplicará una dosis de cloro de 0.1 ml por litro de agua para así poder reducir los contaminantes y poder conservar el agua de lluvia.

Sistema de reboce

Mediante una bolla se desviará el agua hacia el sistema de drenaje pluvial una vez lleno el tanque elevado. Se está usando el diámetro mínimo de la conexión predial para la distribución del agua de lluvia que es de ½”.

Red de distribución

En lo que a la distribución la red solo estará conectada a los puntos donde se utilizará el agua de lluvia, además de poder controlarlo mediante una llave.

4.3 Diseñar el sistema optimo del colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización en viviendas unifamiliares, Tarapoto 2020,

El sistema del colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado inicia con la recolección del agua de lluvia mediante el área de captación, que está compuesta por el techo de la vivienda, este techo es de calamina corrugada.

Tras la recolección el agua de lluvia pasará será transportada por canaletas de aluminio de Ø 6", hacia una caída de PVC de Ø4" que es la entrada para el depósito de las primeras aguas de lluvia, esta estará ubicada en la parte baja del sistema, y mediante rebose el agua de lluvia subirá por una tubería de 4" que tendrá en ella una pelota de goma, que servirá como válvula que cuando esta llegue a la reducción de 4" a 2" esta impedirá el pase de agua, haciendo que esta entre al sistema.

En esta parte del sistema existirán dos tanques plásticos de 200 Litros cada uno, elevado a 1.85 metros del suelo, el cual nos servirá como transición para obtener a si la presión necesaria para poder pasar por los filtros de arena y grava.

El agua filtrada pasará a otro tanque transitorio de 200 litros ubicado a 0.5 metros del suelo, seguido a este tanque tendremos la bomba de ariete, esta bomba será la encargada de bombear el agua hacia el tanque elevado.

La bomba de ariete o bomba hidráulica estará a 0.5 m debajo del nivel de suelo, puesto a que se requiere 1 m de altura de pendiente entre el tanque anterior y la bomba para así poder ganar la presión necesaria que hará que la bomba de ariete eleve el agua hacia el tanque.

En la entrada al tanque elevando estará ubicado el filtro de carbón activado, para posterior mente almacenar el agua en un tanque elevado de 1500L. El

tanque contara con una bolla de reboce, de esta manera poder redirigir el agua de lluvia, cuando el tanque ya se haya llenado.

El sistema de distribución será por tuberías de ½”, este será controlado con una llave, para usar el agua de lluvia siempre que sea necesario, ya que este sistema será un sistema complementario al sistema de agua potable ya existente en la vivienda.

4.4 Determinar la rentabilidad del sistema colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización en viviendas unifamiliares en el consumo de agua potable proveniente de la red principal.

Monto real a pagar en los últimos 10 años

Emapa está cobrando 4.60 el m3. (Ver Anexo 09)

Fecha	M3	Monto a Pagar	
30/11/2020	20.87	S/	96.00
31/10/2020	15.17	S/	69.80
30/09/2020	26.28	S/	120.90
31/08/2020	24.89	S/	114.50
31/07/2020	16.72	S/	76.90
30/06/2020	17.11	S/	78.70
31/05/2020	16.96	S/	78.00
30/04/2020	16.78	S/	77.20
31/03/2020	17.13	S/	78.80
29/02/2020	19.26	S/	88.60
Total		S/	<u>879.40</u>

Monto que se pagaría en los últimos 10 meses de haber usado el sistema

Se hará de cuenta que se ha usado en las fechas anteriores el sistema colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización en viviendas unifamiliares

Fecha	M3	Monto a Pagar	Agua del Sistema en M3	M3'	Monto Hipotético a pagar
30/11/2020	20.87	S/ 96.00	9	11.87	S/ 54.60
31/10/2020	15.17	S/ 69.80	9.3	5.87	S/ 27.02
30/09/2020	26.28	S/ 120.90	9	17.28	S/ 79.50
31/08/2020	24.89	S/ 114.50	9.3	15.59	S/ 71.72
31/07/2020	16.72	S/ 76.90	9.3	7.42	S/ 34.12
30/06/2020	17.11	S/ 78.70	9	8.11	S/ 37.30
31/05/2020	16.96	S/ 78.00	9.3	7.66	S/ 35.22
30/04/2020	16.78	S/ 77.20	9	7.78	S/ 35.80
31/03/2020	17.13	S/ 78.80	9.3	7.83	S/ 36.02
29/02/2020	19.26	S/ 88.60	8.4	10.86	S/ 49.96
Total		S/ 879.40			S/ 461.26

Como resumen se puede ver que en los últimos 10 meses se podía haber ahorrado S/ 418.14. Haciendo el sistema colector de agua de lluvia rentable en el tiempo.

V. DISCUSIÓN

En cuanto a las propiedades fisicoquímicas del agua de lluvia, fueron desarrolladas en el laboratorio del Instituto de Cultivo Tropicales, haciendo uso del Reglamento de calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA. (límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica). De esta manera según la tabla N° 06, se llegó a obtener los resultados extraídos del área de captación después de ser pasada por los filtros de arena, grava, y carbón activado (Cartuchos purificadores), obteniendo un pH de 7.02. en este sentido la presente investigación obtuvo resultados que están dentro de la normativa del ministerio de Salud DS N°031-2010-SA. Donde el pH se encuentra dentro de los valores establecidos en la norma, las cuales son 6,5 a 8,5, así mismos estos valores pueden llegar a variar según la lluvia en equilibrio con el CO₂ atmosférico. Según el Reglamento de calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA sobre la conductividad eléctrica llegó a obtener 128.0 ms/cm siendo por debajo de lo máximo permisible que es 1500 μ mho/cm y salinidad de 81.9 mg/l también por debajo de los 1000 de los límites máximos permisibles de la normativa del ministerio de Salud DS N°031-2010-SA. Además, los resultados obtenidos donde nos indican que los metales disueltos en la muestra tales como fierro tiene un 7.2 ppm y cobre 1.1 ppm, en la cual el cobre en la normativa lo permisible es de 2.0 de esta manera se puede confirmar que los resultados obtenidos en la investigación han mostrado resultados aceptables y dentro de los parámetros admisibles para ser usado como agua de consumo humano.

En relación al diseño del sistema colector de agua de lluvia, fueron identificados mediante la investigación bibliografía correspondiente a C; Gonza, F; Espinoza, F; Espinoza, J. (2015) donde para el estudio de la tesis se llegó al cálculo el área de captación, en dicho diseño se tuvo que utilizar las precipitación anual, condicho estudio meteorológico se obtiene la precipitación neta, para que en ello se utilice la escorrentía de fierro

corrugado que es de 0.8 e incluir del proyecto investigado de Jalife, Sandra; Quiroa, Jaime; Villanueva, Jorge. (2018), los componentes necesarios para dicho sistema funcione sin ninguna dificultad, de dicho diseño elaborado se incluyó 5 unidades básicas, tales como: área de captación, sistema de conducto, tratamiento, tanque o cisterna de abastecimiento y suplementos externos para el bombeo del agua a la vivienda con eso se llegara a obtener el volumen de agua requerida para la dotación diaria para poder abastecer a una casa cumpliendo con las normas establecidas en la norma técnica OS.010, dicho eso se trabajó con la dotación diaria establecida en la norma O.S 010, considerando que el abastecimiento para la vivienda del sistema recolector de agua de lluvia se determinó la función de un camión cisterna, ya que el sistema de almacenamiento se utilizara en ocasiones de sequías o falta de abastecimiento proveniente de la red principal y . Para abastecer a una vivienda se necesita 50 litros/habitantes/día según la Tabla N° 08: *Demanda mensual de agua*. De esta manera se puede contrastar la investigación de Tulinave Burton Mwamila, Zacharia Katambara, Moo Young Han (2016) que se pueden llegar a abastecer para beber y cocinar con hasta 37.5 l/d, durante las estaciones secas, solo se llega a usar 10 l/d para beber, en tiempo de estaciones lluviosas el tanque puede generar un 150 l/d de agua y así satisfacer las demandas de uso.

En relación a las características técnicas del sistema colector de agua de lluvia, fueron desarrollados en gabinete, haciendo uso correspondiente de la norma OS.060: (ubicación y alineamiento) para la captación y sistema de ubicación, (diámetro de los tubos) el uso de los tubos es de 0.40 mm y 0.50 mm en instalaciones ubicada bajo la calzada. De esta manera Alberto Campisano, David Butler, y otros j (2016) el suministro más fundamental de cada sistema recolector de agua de lluvia es el tanque que permite realizarse el almacenamiento y potabilización del agua de lluvia, el medio más utilizado son los techos de las viviendas, dicho diseño se realizó con 2 funciones, de los primeros tanques con una capacidad de 200 litros son para el almacenamiento del agua de lluvia sin ser filtrada y el otro tanque será de 1500 litros. Dicho eso se puede contratar que según la investigación de Shikuku, J., Munala, G., Mugwima, B., Muhoro, T., Gremley, A., Nyakundi,

V. and Ali, M. (2020) un sistema de captación de aguas pluviales en hogares, se constituye de canaletas, tuberías, tanques donde se almacenara, capacidad de abastecimiento, filtros, bombas, la función de este sistema es recolectar, abastecer y almacenar el agua de lluvia captada para usos de actividades diarias que se realiza en una vivienda, en la cual para el sistema de conducción se colocó canaletas con 0.5% de pendiente mínima y optando el material de metal. De esta manera se puede confirmar que según la investigación del proyecto de BASÁN. Mario; SANCHEZ. Luciano; TOSOLINI. Rubén; TEJERINA. Fabian. JHORDAN. Patricia (2018) donde dichas canaletas tienen que tener un adecuado desnivel de 0.005 m (5cm por cada 10 m) y así el agua fluido no tenga problemas de escurrimiento, además que dichas canaletas deben tener un diámetro de 100 mm a 115 mm.

Para la comparación económica lo que el sistema puede llegar a abastecer a una vivienda donde se puede hacer el resultado de ahorrarse una cantidad de S/ 418.14, en lo que consta en la construcción del sistema de colector su precio de construcción es de S/. 2 000, ya que según investigación de BASÁN. Mario; SANCHEZ. Luciano; TOSOLINI. Rubén; TEJERINA. Fabian. JHORDAN. Patricia (2018) el sistema tiene que cumplir con los elementos fundamentales que haga de su metodología más eficiente. de esta manera se puede contrastar que según lo investigado en su proyecto por Nilufa Sultana, Shatirah Akib, Muhammad Aqeel Ashraf, Mohamed Roseli Zainal Abidin, (2015) es más rentable captar agua de lluvia en épocas de lluvias y en verano y otoño guardar el agua captada para diferentes usos, cambio climático, el cambio climático es uno de los factores que incluye la producción de la escorrentía, al tener menos escorrentía de agua pluvial, primera descarga, las primeras captaciones de los techos son las primeras aguas contaminadas por polvos, hojas, heces de animales entre otros, y al sistema se le incluyo la bomba de ariete y no llegar a utilizar una bomba eléctrica, donde sus costo es más elevado, mientras tanto la bomba de ariete se trabaja mediante pendiente y hacer llegar al tanque elevado el agua que se va utilizar en la vivienda

VI. CONCLUSIONES

- 6.1.** Al determinar las propiedades fisicoquímicas del agua de lluvia con filtro de carbón activado, tuvimos como resultados muestras donde el agua de lluvia se llega a potabilizar y así ser beneficiosa para las viviendas
- 6.2.** Del diseño se concluye que, con las características técnicas del sistema recolector de agua de lluvia, donde los resultados demuestran los que el sistema llega a abastecer a la vivienda y cuanto se puede llegar a almacenar
- 6.3.** De los resultados que se llegó a obtener del diseño óptimo, las dimensiones de tuberías y la capacidad de almacenamiento del agua de lluvia donde los resultados obtenidos demuestran que si se puede abastecer una vivienda cumpliendo los parámetros de abastecimiento de la SUNASS, se trabaja en un área de 253.16 m² y se obtiene 300 m³ de agua de lluvia.
- 6.4.** Se determinó que el costo del sistema es de S/. 2 000 y llegando a ahora siendo abastecido por el agua recolectada con el sistema colector un total de S/. 413 y llegando a recuperar en 5 meses lo invertido para el sistema colector.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1.** Se recomienda incluir estudios de fisicoquímicas incluir los estudios de coliformes totales y heterotróficas, también realizar los estudios del agua de lluvia en el lugar de estudio donde se realizará.
- 7.2.** Se recomienda en el diseño trabajar con un cálculo de presiones y cotas para re, y mantener las pendientes dadas por la norma.
- 7.3.** Se recomienda usar este sistema más que todo para el uso en el hogar utilizando los parámetros de abastecimiento de agua potable según SUNAS, o hervir el agua a más 100° para recién ser consumido por los habitantes de la vivienda.
- 7.4.** Se recomienda realizar un mantenimiento periódico cada 6 meses para así, garantizar la calidad del agua, y la funcionalidad del sistema.
- 7.5.** Se recomienda la construcción del sistema colector con área mayores de 250 m² para hacer el uso del recurso hídrico se presenta en abundancia que en nuestra región y cumplir con las normas establecidas para el abastecimiento de agua potable y convertir en agua potable para uso doméstico, también poderlo hacer con diferentes métodos de potabilización y además reducir costos en lo que es el uso del agua potable de la misma red pública.

REFERENCIAS

- MARTINEZ, Inés. Sistema de captación de agua de lluvia y la generación de conciencia ambiental en la comunidad Mazahua, Estado de México. (tesis pregrado). Institución de enseñanzas e investigación en ciencias agrícolas. México. 2017.
- CHINO, MOISES, VELARDE, EDILBERTO Y ESPINOZA, JULIO. Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la comunidad de Vilca Maquera, Puno-Perú. (Revista científica). Universidad Nacional del Altiplano. 2016.
- FASABI, Daniel. Diseño hidráulico de un sistema de aprovechamiento de agua pluviales para ahorrar agua potable en la ciudad universitaria de la universidad Nacional de San Martín-Morales. (revista científica). Universidad Nacional de San Martin. 2017.
- CORREA R. Laura “Evaluación de un sistema de recolección de agua de lluvia para uso doméstico en la zona rural del municipio de Sopó, Cundinamarca, a través de modelación matemática” (revista científica) Pontifica universidad Javeriana, Bogotá, Colombia, 2017.
- SOLANO C. GONZAGA F. ESPINOZA F. “Sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico, Isla Jambelí, cantón Santa Rosa” (artículo de investigación) Cumbres, Ecuador. 2017.
- HERRERA M. Luis “Estudio de alternativas, para el uso sostenible del agua de lluvia” (tesis de grado), México, 2010.

MEZA Luis. "Catchment rainwater and cloud water in the dry season in the city of Xalapa, Veracruz, México" (artículo científico), Centro de Ciencias de la Tierra. Universidad Veracruzana, 2017.

GONZAGA. German. Diseño de un sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico en la isla de Jambelí, Cantón Santa Rosa, Provincia de el Oro. (artículo científico). Universidad técnica de Machala, 2015.

Alberto Campisano a*, David Butler b, Sarah Ward b, Matthew J. Burns c , Eran Friedler d, Kathy DeBusk e 7 , Lloyd N. Fisher-Jeffes f , EneDir Ghisi g, Aatur Rahman h, Hiroaki Furumai i 8 , Mooyoung Han j Corrección de errores de "Sistemas urbanos de captación de aguas pluviales: Investigación, implementación y perspectivas de futuro, (artículo científico), Departamento de Ingeniería Civil y Arquitectura, Universidad de Catania, Viale A. Doria, 6, 95125, Catania, Italia. 2016

Campisano David Butler Sarah Ward Matthew J. Burns Eran Friedler Kathy DeBusk Lloyd N. Fisher-Jeffes EneDir Ghisi Aatur Rahman Hiroaki Furumai Mooyoung , Sistemas urbanos de captación de aguas pluviales: investigación, implementación y perspectivas de futuro, (artículo científico), journal of Geoscience and Environment Protection, 2015

Tulinave Burton Mwamila , Zacharia Katambara , Moo Young Han Strategy to Overcome Barriers of Rainwater Harvesting, Case Study Tanzania, (artículo científico), journal of Geoscience and Environment Protection, 2016.

Shikuku, J., Munala, G., Mugwima, B., Muhoro, T., Gremley, A., Nyakundi, V. and Ali, M. Assessment of Rainwater Harvesting Reticulation Systems to Reduce High Management Costs in Household Buildings, (artículo científico),

Departamento de Gestión de la Construcción, Universidad de Agricultura y Tecnología Jomo Kenyatta, Nairobi, Kenia, 2020.

Basán Nickisch, Mario; Sánchez, Luciano; Tosolini, Rubén; Tejerina Díaz, Fabián; Jordan, Patricia RAINWATER COLLECTION SYSTEMS FOR HUMAN CONSUMPTION, SAFE WATER SYNONYMOUS (artículo científico) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina, 2018.

Jalife, Sandra; Quiroa, Jaime; Villanueva, Jorge. CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA: TIPOS, COMPONENTES Y ANTECEDENTES EN ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO, COMO ESTRATEGIA DE USO SUSTENTABLE DEL AGUA, (artículo científico) Universidad Autónoma de Coahuila, México, 2018.

Según BASÁN. Mario; SANCHEZ. Luciano; TOSOLINI. Rubén; TEJERINA. Fabian. JHORDAN. Patricia RAINWATER COLLECTION SYSTEMS FOR HUMAN CONSUMPTION, SAFE WATER SYNONYMOUS , (artículo científico) , Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina, metodología del sistema de captación de agua de lluvia, 2018.

Cortés, Osear, et al REVIEW OF THE USES AND VARIABLES TO DETERMINE THE QUALITY OF RAINWATER IN ROOF SURFACES (artículo científico), determinar la calidad del agua pluvial en superficies de cubierta, 2013.

Malambo, T. and Huang, Q.H. Rooftop Rainwater Harvesting as an Alternative Domestic Water Resource in Zambia, (artículo científico), Key Laboratory of Yangtze River Water Environment of The Ministry of Education, College of Environment Science and Engineering, Tongji University, Shanghai, China, 2016.

Adi Heru Husodo, Indwiani Astuti, Sudarmadji Sudarmadji, and Tjut Sugandawaty Djohan · Rainwater as a Source of Drinking Water: Health Impacts and Rainwater Treatment (artículo científico), Department of Environmental Health, Poltekkes Kemenkes, Pontianak, Indonesia filtración de agua de lluvia con carbón activado, 2015.

Gómez, W.1 Rojas, J.2 Suarez, A.3 Salinas, A.4 Validation of a prototype of rainwater harvesting system for domestic use and human consumption (artículo científico), Colegio de Postgraduados, Posgrado de Hidrociencias. Texcoco, Estado de México, México, 2019.

Khayan Khayan , Adi Heru Husodo, Indwiani Astuti, Sudarmadji Sudarmadji, and Tjut Sugandawaty Djohan Rainwater as a Source of Drinking Water: Health Impacts and Rainwater Treatment. (artículo científico), *Journal of Environmental and Public Health*, 2019, p. NA., 2019.

Al-Huson, Al-Balq'a, Irbid, Jordan Controlling Disinfection By-Products Formation in Rainwater: Technologies and Trends, Chemical (artículo científico), Engineering Department, College of Engineering, University of Ha'il, Ha'il, Saudi Arabia, 2016.

ANIORTE, tipo de investigación, libro de investigación 2018.

LOPEZ, población y muestra, libro de investigación, 2014.

VILLAFUERTE, Técnicas e instrumentos de recolección de datos, libro de investigación, 2010.

Julio Alberto Solís-Fuentes*, Maribel Morales-Téllez, Rosa Carmina Ayala-Tirado, María del Carmen Durán-de-Bazúa¹ Activated carbon from agroindustrial wastes for color removal from sugarcane juice, (artículo científico), Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Veracruzana, 2013

*Solano, C.1.; Gonzaga, F.1; Espinoza, F.1; Espinoza, J. Universidad Técnica de Machala Rainwater collection system for domestic use, Jambelí Island, cantón Santa Rosa. (artículo científico), 2017

Janice Lynn Ayog*, Salinah Dullah & Rosdianah Ramli, (2016, pag. 151), calidad del agua de lluvia cosechada, Harvested Rainwater Quality Assessment on the Effects of Roof Materials to the First Flush Runoff, (artículo científico), Civil Engineering Program, Faculty of Engineering, Universiti Malaysia Sabah, Jalan UMS, 88400 Kota Kinabalu, Sabah, MALAYSIA, 2016.

Nilufa Sultana, Shatirah Akib, Muhammad Aqeel Ashraf, Mohamed Roseli Zainal Abidin, Sustainability Analysis and Quality Assessment of Rainwater Harvested from Green Roofs: A Review, (artículo científico), World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil and Environmental Engineering, 2015.

Morales, J. A.^{a1}, Cristancho, M. A.^{a2}, y Baquero-Rodríguez, G. A., Trends in the design, construction and operation of green roofs to improve the rainwater quality. State of the art, (artículo científico), Universidad Central de Bogotá D.C. Colombia, 2017.

Sharifah Faizah Wan Johor, Siti Halipah Ibrahim, Khatijah Yaman, Rasidah Abd. Wahab, Mohd Nasrun Mohd Naw, Filtración del sistema de captación de aguas pluviales en zonas es, (artículo científico), Journal of Engineering Science and Technology, 2017.

ANEXOS

• Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente	Es un sistema que usa el carbón activado, este es un carbón poroso que captura compuestos, en su mayoría orgánicos, como complemento a un sistema de captación (Julio Alberto Solís-Fuentes)	Se captará el agua de lluvia usando el techo, se conducirá hacia los filtros mediante canaletas y tuberías.	Características técnicas del sistema de colector.	Volumen de agua Tiempo de llenado Índice de Precipitaciones Área de captación	Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo
Variable dependiente	Es eliminar los componentes inorgánicos que pueden contaminar del agua de lluvia, haciéndola apta para su consumo. (SOLANO, Cesar)	El carbón activado nos servirá como último filtro en nuestro sistema, este se encargará de reducir los elementos patógenos residuales de los filtros anteriores.	Propiedades físicas y químicas del agua potable	Carbonatos y bicarbonatos Amonio Fosfato Nitrato Sulfato Cloruros Solidos Disueltos PH, C.E., Salinidad Metales Disueltos Metrados Costos Unitarios	Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo Intervalo
			Diseño Optimo	Caudal Diámetro de tuberías	Intervalo Intervalo Intervalo
			Rentabilidad del Sistema		

● **Anexo 3. Instrumento de recolección de datos**

Técnica	Instrumento	Fuente
Análisis de laboratorio	Ficha de recolección de datos	Reglamento de calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA.
Análisis de características técnicas del sistema	Análisis de gabinete	Norma OS.060
Diseño de sistema	Análisis de gabinete	OS. 010 Captación y conducción de agua para consumo humano
Análisis de rentabilidad	Análisis de gabinete	SUNASS

• **Anexo 4. Resultado de laboratorio.**



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONÍA PERUANA

CERTIFICADO INDECOPI Nº 00072183

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

Nº SOLICITUD : AG0009-20
 SOLICITANTE : LUIS TRIGOZO LOZANO / MARCOS HIDALGO REATEGUI
 PROCEDENCIA : SAN MARTIN - LA BANDA DE SHILCAYO
 TIPO DE MUESTRA : AGUA DE LLUVIA

FECHA DE MUESTREO : 06/10/2020
 FECHA DE RECEP. LAB : 06/10/2020
 FECHA DE REPORTE : 08/10/2020

Item	Número de la muestra				pH	C.E. mS/cm	Salinidad mg/l	STD mg/l	Cl meq/l	CO ₃ meq/l	HCO ₃ meq/l	SO ₄ ppm	N - NO ₃ ppm
	Lab.	Campo											
01	20	10	0012	MUESTRA-1	7.02	128.0	81.9	0.1	0.5	0.0	0.3	0.0	0.04

Item	Número de la muestra				Calcio (ppm)	Cobre (ppm)	Hierro (ppm)	Magnesio (ppm)	Manganeso (ppm)	Potasio (ppm)	Sodio (ppm)	Zinc (ppm)	Cd (ppm)	Plomo (ppm)	Cr (ppm)
	Lab.	Campo													
01	20	10	0012	MUESTRA-1	14.8	1.1	7.2	2.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

METODOLOGIA :	
Carbonatos y bicarbonatos	: Volumetría
Amonio	: Espectr. UV-Vis (λ=350 nm)
Fosfato	: OLSEN MODIFICADO EXTRACT. NaHCO ₃ =0.5M, pH 8.5 Esp. Vis
Nitritos	: Espectr. UV-Vis (λ=220 y 275 nm)
Sulfatos	: Espectr. Vis (λ=420)
Cloruros	: Volumetría (mdo. Mohr)
Sólidos Totales Disueltos	: (STD) potenciometría
pH, C.E. y salinidad	: Potenciometría
Metales disueltos	: Espectrometría de Absorción Atómica

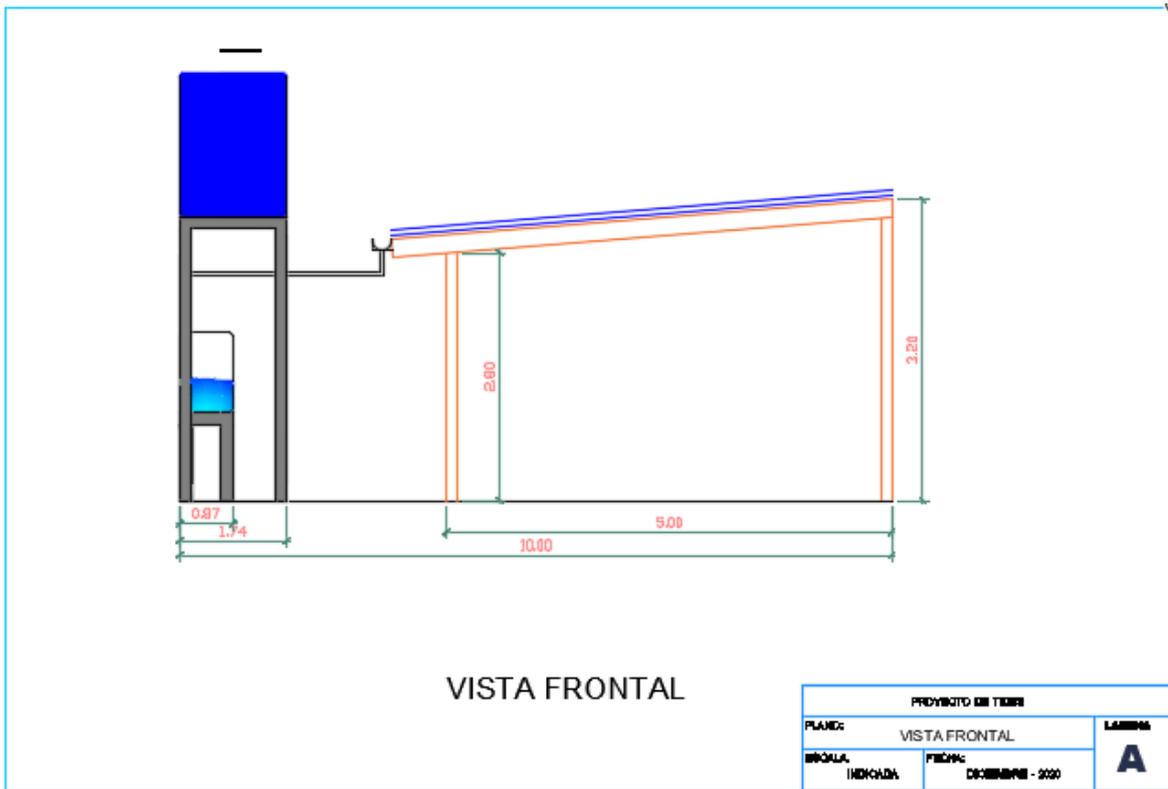
Nota: el laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte

La Banda de Shilcayo, 08 de Octubre del 2020

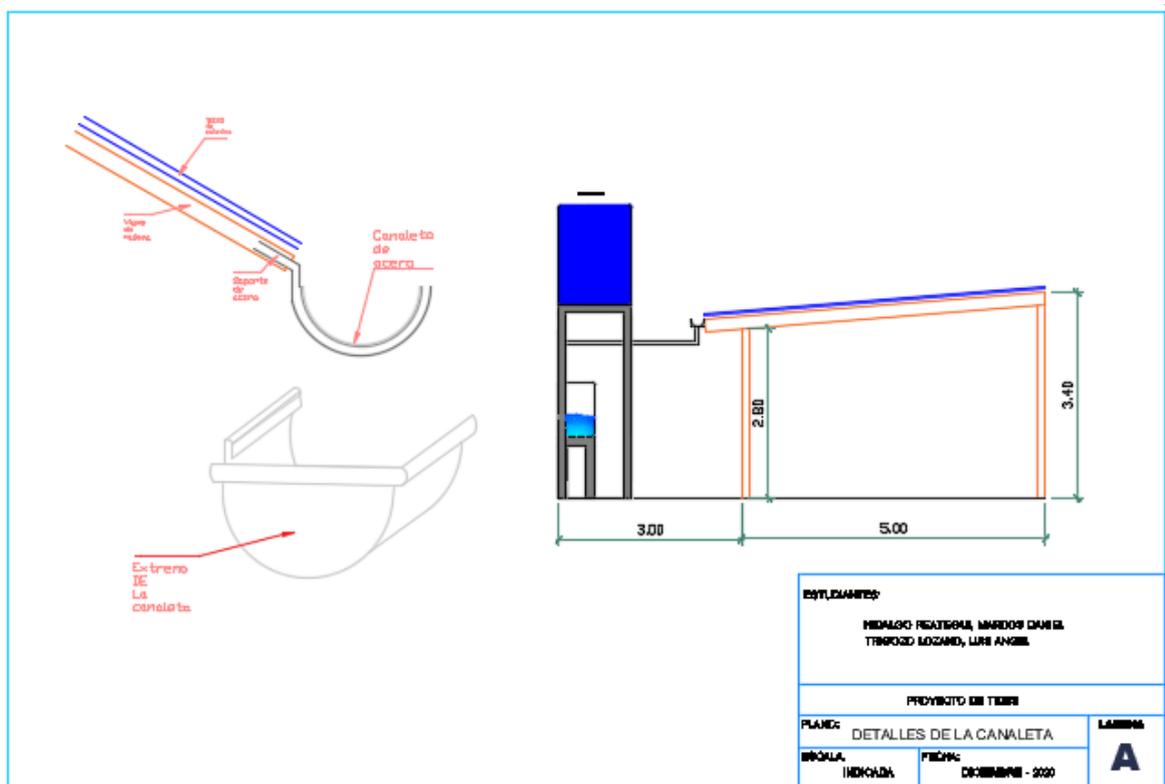
INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
 TARAPOTO - PERU

Cesar O. Arévalo Hernández, MSc
 JEFE DE DPTO. DE SUELOS

Anexo 08: Diseño del sistema colector de agua de lluvia en vista Frontal



Anexo 09: diseño de canaletas



Anexo 10: Pago a Emapa del consumo de agua del último año

Perfil		Recibos	Reclamos	
Titular:	HIDALGO PEREZ RAFAEL		Dirección:	JR. MANCO INCA 521
Categoría:	COMERCIAL		Ciclo:	NOVIEMBRE - 2020
Medidor:	E130002799		Ultimo día de pago:	16/12/2020
Situación:	OPERATIVO CON SERVICIO-ACTIVO			

Estado de Cuenta Corriente				
item	Período	Recibo	Emisión	Monto
1	NOVIEMBRE - 2020	5001 - 725294	30/11/2020	96.00
2	OCTUBRE - 2020	5001 - 692584	31/10/2020	69.80
3	SEPTIEMBRE - 2020	5001 - 659960	30/09/2020	120.90
4	AGOSTO - 2020	5001 - 627379	31/08/2020	114.50
5	JULIO - 2020	5001 - 592729	31/07/2020	76.90
6	JUNIO - 2020	5001 - 560287	30/06/2020	78.70
7	MAYO - 2020	5001 - 527885	31/05/2020	78.00
8	ABRIL - 2020	5001 - 495532	30/04/2020	77.20
9	MARZO - 2020	5001 - 463179	31/03/2020	78.80
10	FEBRERO - 2020	0001 - 430780	29/02/2020	88.60
TOTAL				879.40

Anexo 11: Bomba de ariete para uso de bombeo al tanque elevado





Anexo 12: Cartucho de Carbón activado, marca Sole

