UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO.

FACULTAD DE INGENIERÍA.

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL.

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA PLUVIAL "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO CIVIL

Autores:

LINARES, Ulises

RIVERA, Eduardo

Tutor:

BLANCO, Henry

Julio 2023

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA PLUVIAL "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA.

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: **20** puntos.

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Carlos Griffin	Nombre: Ricardo Plasencia	Nombre: Henry Blanco

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO CIVIL

DEDICATORIA

Aprovecho este espacio para dedicarle este trabajo a mi madre, con mi más profundo agradecimiento. Tu confianza en mí y tu apoyo han sido fundamentales en mi camino hacia donde estoy hoy. Gracias por hace 7 años sacarme de la isla de Margarita y brindarme lo necesario para poder comenzar esta nueva etapa en Caracas. Sin ti, hubiera sido imposible lograr todo lo que he alcanzado actualmente. También quiero agradecer y dedicarle el esfuerzo a mi papá y a mi hermanita por su amor y apoyo constante durante mi proceso universitario. Su presencia y aliento han sido un pilar fundamental en mi vida. No puedo expresar con palabras lo agradecido que estoy por tenerlos a mi lado a pesar de la distancia.

Y a ti, mi querida pareja, quiero agradecerte y dedicarte este apartado por estar a mi lado y ayudarme a superar las etapas complicadas del proceso de aprendizaje. Tu apoyo incondicional, tu amor ha sido determinante en los momentos difíciles.

En este sentido, quiero agradecer a los profesores que han dejado una huella en mi proceso educativo. Su amistad y sabiduría han sido invaluables en mi crecimiento académico y personal.

Por último, gratitud por esas amistades de calidad que han quedado en el camino valorando profundamente su amistad y el impacto positivo que han tenido en mi vida.

"Ninguna hazaña sabe dulce sin esfuerzo"

Ulises Linares

Quienes han sido mi inspiración y ejemplo de perseverancia
Su apoyo incondicional y sabios consejos han sido fundamentales
Su amor y confianza en mí han sido un impulso invaluable
Muchas gracias Irene (mamá), Eduardo (Papá), Adela (Hermana).

¡A Dios y a la Virgen del Valle!

Eduardo Rivera

AGRADECIMIENTOS

Para todos nuestros colaboradores, queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento por su invaluable apoyo y colaboración en nuestro trabajo de grado. Nos sentimos muy afortunados de haber contado con su experiencia y conocimientos en el estudio del desempeño del proyecto Lata de Agua.

En especial, queremos agradecer al Ingeniero Henry Blanco, Ingeniero Abraham Salcedo e Ingeniero Valentina Martínez, por su dedicación y compromiso en todo momento. Gracias a su guía y asesoramiento, hemos logrado obtener resultados significativos y valiosos para nuestro trabajo.

Además, queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a Laurencio Sánchez, por permitirnos formar parte de este proyecto, a Yajaira Gil, Sonia Marrero, Dayani Echezuria, Jazmín Carvallo, y el resto de la comunidad del Barrio San Blas; por su cálida bienvenida y colaboración. Su apoyo y compromiso han sido fundamentales para el éxito de este proyecto y estamos honrados de haber trabajado junto a ellos. Su generosidad y dedicación fueron de gran valor.

Nos sentimos muy orgullosos de haber formado parte de este proyecto y de poder contar con un equipo tan excepcional como ellos. Esperamos seguir contando con su apoyo en futuros proyectos y trabajos.

ÍNDICE

RESUMEN 1

ABSTRACT 1

INTRODUCCIÓN 2

CAPÍTULO I 3

Planteamiento del problema 3

Justificación 4

Antecedentes 5

Objetivo general 6

Objetivos específicos 6

Alcance y limitaciones 6

Alcance 6

Limitaciones 7

CAPÍTULO II 8

Generalidades de los sistemas de abastecimiento con agua de lluvia 8

Recolección agua lluvia 9

Aprovechamiento del agua de lluvia 10

Ventajas del sistema de aprovechamiento de agua lluvia 11

Limitaciones del sistema de aprovechamiento de aguas lluvias 11

Calidad del agua de lluvia y sus posibles usos 12

Características físicas-químicas y microbiológicas del agua de lluvia 12

Contaminantes presentes en el agua de lluvia 14

Procesos de desinfección para el agua de lluvia 14

Empoderamiento 16

Componentes del sistema Lata de Agua 16

CAPÍTULO III 19

Nivel de investigación 19
Diseño de la investigación 19
Técnicas e instrumentos de recolección de datos 19
Consumo de agua 20
Datos de precipitación 20
Calidad del agua 20
Empoderamiento 20
Población y muestra 21
Muestreo intencional 22
Muestreo al azar simple 22
Técnicas de procesamiento y análisis de datos 23
Consumo de agua y datos de precipitación 23
Calidad del agua 24
Empoderamiento 24
CAPÍTULO IV 25
Verificación de la cantidad de agua que provee el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia a los usuarios 25
Consumo de las instituciones en litros persona día 25
Cálculo de los consumos promedios 27
Promedio general del consumo del sistemap 28
Disponibilidad de agua pluvial 28
Relación entre Lata de Agua y estación Petare/Caurimare 29
Relación entre las estaciones Petare/Caurimare y UCV 30
Presentación de los promedios mensuales a partir de la correlación 32
Estimación de la cantidad máxima de personas que puede atender el sistema 33
Comportamiento del sistema considerando el almacenamiento 36

Comprobación de los requerimientos básicos de calidad de agua potable en los diferentes puntos de muestreo....42
Punto de muestreo 1: Separador de primeras aguas....44
Punto de muestreo 2: Tanque N°4....44
Punto de muestreo 3: Salida grifo - Fermín Toro....45
Comprobación del nivel de empoderamiento de los usuarios del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia....46
Operador primario y secundario de Lata de Agua....46
Adultos beneficiados por Lata de Agua....52
Jóvenes de 4to, 5to y 6to grado beneficiados por Lata de Agua....56
Niños de 3er grado y niveles inferiores beneficiados por Lata de Agua....60
CAPÍTULO V....65
Conclusiones....65
Verificación de la cantidad de agua que provee el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia a los usuarios.....65
Comprobación de los requerimientos básicos de calidad de agua potable en los diferentes puntos de muestreo....66
Comprobación del nivel de empoderamiento de los usuarios del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia....66
Recomendaciones....67
Verificación de la cantidad de agua que provee el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia a los usuarios....67
Comprobación de los requerimientos básicos de calidad de agua potable en los diferentes puntos de muestreo....67
Comprobación del nivel de empoderamiento de los usuarios del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia....68
REFERENCIAS....69
ANEXOS....72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros y rango típico de agua de lluvia....12
Tabla 2 Consumo promedio de agua de las instituciones en época de sequía y lluvia....28
Tabla 3 Correlación mensual....31
Tabla 4 Promedios mensuales de precipitación Petare/Caurimare para la serie 1949-2022....33
Tabla 5 Información básica para la estimación del déficit hídrico....33
Tabla 6 Estimación del déficit hídrico en función al promedio general de consumo....34
Tabla 7 Estimación del déficit hídrico en función de la dotación....35
Tabla 8 Distribución equitativa del agua a la asistencia actual y capacidad máxima....36
Tabla 9 Información básica sobre el balance hídrico....37
Tabla 10 Resultados de los Análisis Físico Químicos y Bacteriológicos Sistema Lata de Agua – Barrio Nuevo – Petare-Caracas....43
Tabla 11 Lista de verificación mantenimiento/operación y análisis porcentual del operador primario....47
Tabla 12 Lista de verificación mantenimiento/operación y análisis porcentual del operador secundario A....49
Tabla 13 Lista de verificación mantenimiento/operación y análisis porcentual del operador secundario B....51
Tabla 14 Opinión de los adultos para medir el nivel de sensibilización....53
Tabla 15 Opinión de los adultos para medir el nivel de conocimiento técnico....54
Tabla 16 Opinión de los adultos para medir la capacidad multiplicadora....55
Tabla 17 Opinión de los jóvenes para medir el nivel de sensibilización....57
Tabla 18 Opinión de los jóvenes para medir el nivel de conocimiento técnico....59
Tabla 19 Opinión de los jóvenes para medir la capacidad multiplicadora....60
Tabla 20 Escala de puntuación en función de característica en respuesta dada por el niño....61
Tabla 21 Distribución de la puntuación por acto....62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo de un sistema de cosecha de agua de lluvia 18

Figura 2 Estudio climatológico-hidrológico cuenca hidrográfica del valle de Caracas.....29

Figura 3 Estudio climatológico-hidrológico cuenca hidrográfica del valle de Caracas.....32

Figura 4 Curva de comportamiento de abastecimiento con agua de lluvia considerando el 37

promedio general de consumo y la asistencia actual 37

Figura 5 Curva de comportamiento de abastecimiento con agua de lluvia considerando el promedio general de consumo a capacidad máxima.....39

Figura 6 Curva de comportamiento de abastecimiento con agua de lluvia considerando la dotación de agua y la asistencia actual.....40

Figura 7 Curva de comportamiento de abastecimiento con agua de lluvia considerando la dotación de agua a capacidad máxima.....41

Figura 8 Escala de estimación de la actividad lúdica 63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Resultados de la primera muestra de análisis físicos, químicos y microbiológicos del laboratorio 72
Anexo 2 Resultados finales de la muestra en análisis físicos, químicos y microbiológicos del laboratorio 72
Anexo 3 Resultados finales de la muestra en análisis microbiológicos del laboratorio 72
Anexo 4 Instrumento de recolección de consumo por baldes desde medición 1 a 30 73
Anexo 5 Instrumento de recolección de consumo por baldes desde medición 31 a 60 74
Anexo 6 Instrumento de recolección de consumo por nivel de tanque 75
Anexo 7 Guía de entrevista dirigida al operador principal 76
Anexo 8 Guía de entrevista dirigida al operador secundario 77
Anexo 9 Cuestionario dirigido a los usuarios adultos beneficiados por el sistema 78
Anexo 10 Cuestionario dirigido a los usuarios jóvenes beneficiados por el sistema 79
Anexo 11 Escala de estimación para la actividad lúdica Obra de teatro 80
Anexo 12 Escala de estimación para la actividad lúdica Obra de teatro 81
Anexo 13 Escala de estimación para la actividad lúdica Obra de teatro 82
Anexo 14 Distribución normal estándar correspondiente al nivel de confianza deseado 83
Anexo 15 Registro histórico de consumo por balde de la institución Fermín Toro 83
Anexo 16 Consumo de agua en época de sequía por el método de nivel agua 84
Anexo 17 Consumo de agua en época de sequía por el método de nivel agua 84
Anexo 18 Consumo de agua en época de sequía por el método de nivel agua 85
Anexo 19 Consumo de agua en época lluviosa por método de nivel agua 85
Anexo 20 Consumo de agua en época lluviosa por método de nivel agua 86
Anexo 21 Consumo de agua en época lluviosa por método de nivel agua 86
Anexo 22 Coordenadas geográficas de Lata de Agua 87
Anexo 23 Coordenadas geográficas “Petare/Caurimare”. 87
Anexo 24 Registro histórico de precipitaciones en Petare/Caurimare 88
Anexo 25 Registro histórico de precipitaciones en la estación UCV 89
Anexo 26 Registro histórico de años comunes entre las estaciones (Petare/Caurimare). 90
Anexo 27 Registro histórico de años comunes entre las estaciones (UCV). 90
Anexo 28 Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones 91
Anexo 29 Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones 92

Anexo 30 Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones 93
Anexo 31 Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones 94
Anexo 32 Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones 95
Anexo 33 Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones 96
Anexo 34 Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones 97
Anexo 35 Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones 98
Anexo 36 Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones 99
Anexo 37 Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones 100
Anexo 38 Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones 101
Anexo 39 Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones 102
Anexo 40 Registro histórico extendido de precipitaciones en Petare/Caurimare 103
Anexo 41 Balance hídrico considerando el promedio general de consumo y la asistencia actual. 104
Anexo 42 Balance hídrico considerando la dotación de agua y la asistencia actual. 104
Anexo 43 Balance hídrico considerando el promedio general de consumo y capacidad máxima. 104
Anexo 44 Balance hídrico considerando la dotación de agua y capacidad máxima 105
Anexo 45 Resultados de la muestra #1 analizada por parte del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria.....105
Anexo 46 Punto de muestreo 1- Separador de primeras aguas 106
Anexo 47 Resultados de la muestra #2 analizada por parte del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria 107
Anexo 48 Punto de Muestreo 2- TANQUE N°4 108
Anexo 49 Resultados de la muestra #3 analizada por parte del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria 109
Anexo 50 Punto de Muestreo 3- "Salida grifo - Fermín Toro" 110
Anexo 51 Opinión sobre la importancia de utilizar el agua de lluvia en áreas con escasez del recurso.....111
Anexo 52 Percepción sobre los componentes principales del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia.....111
Anexo 53 Disposición de los usuarios de implementar un sistema de recolección de agua de lluvia en su hogar.....112
Anexo 54 Frecuencia del uso del agua de lluvia en las actividades cotidianas 112
Anexo 55 Identificación de los requerimientos para potabilizar el agua de lluvia.....113

Anexo 56 Nivel de satisfacción y orgullo de los usuarios respecto al uso del agua de lluvia ...113
Anexo 57 Consideración de los usuarios de recomendar implantación de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia 114
Anexo 58 Preferencia de los usuarios respecto al tipo de sistema de suministro de agua para la institución en la que trabaja.....114
Anexo 59 Conocimiento sobre la existencia de sistemas que permiten usar el agua de lluvia 115
Anexo 60 Conocimiento sobre el desarrollo del proyecto Lata de Agua en el colegio de los encuestados 115
Anexo 61 Disposición de los usuarios de usar agua de lluvia en sus actividades diarias 116
Anexo 62 Percepción sobre las etapas de sistema de recolección y aprovechamiento Lata de Agua 116
Anexo 63 Presencia de un sistema para recolectar agua de lluvia en la casa de los encuestados 117
Anexo 64 Preferencia de la forma de obtener agua para la escuela 117
Anexo 65 Nivel de orgullo por usar agua de lluvia.....118
Anexo 66 Disposición de ayudar a construir sistema de cosecha de agua de lluvia.....118
Anexo 67 Estimación de los % de aporte para la dotación y promedio general de consumo para 200 días.....119
Anexo 68 Estimación de los % de aporte para la dotación y promedio general de consumo para 200 días.....119
Anexo 69 Infografía de los componentes del sistema de Lata de Agua 119

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general, evaluar el desempeño del sistema de captación y aprovechamiento de agua pluvial Lata de Agua, mediante una investigación descriptiva con diseño mixto (campo y documental). Se determinó el promedio mensual de precipitaciones en la zona de implantación (Barrio San Blas, Petare, Caracas), basado en data histórica, así como el promedio de consumo de agua de los usuarios, obteniéndose que, durante el período lluvioso, el sistema satisface los requerimientos con la asistencia actual de los beneficiarios. Asimismo, se hizo un análisis de la calidad del agua, que resultó no apta para el consumo humano, puesto que no se estaba agregando cloro, según las especificaciones del proyecto, se determinó el nivel de empoderamiento de los miembros de las instituciones, después de 3 años de su implantación, resaltando la necesidad de reforzar la capacitación técnica y visibilidad del sistema, así como fomentar la sensibilización.

Palabras clave: agua pluvial, empoderamiento, cosecha agua lluvia.

ABSTRACT

The present work aims to evaluate the performance of the rainwater harvesting and utilization system "Lata de Agua" through a descriptive research with a mixed design (field and documentary). The monthly average precipitation in the implementation area (San Blas neighborhood, Petare, Caracas) was determined based on historical data, as well as the average water consumption of the users. It was found that during the rainy season, the system meets the requirements with the current assistance from the beneficiaries. Additionally, an analysis of water quality was conducted, revealing that it is not suitable for human consumption as chlorine was not being added according to the project specifications. Lastly, the level of empowerment of the institutional members was assessed after 3 years of implementation, highlighting the need to strengthen technical training, system visibility, and promote awareness.

Keywords: rainwater, empowerment, rainwater harvesting.

INTRODUCCIÓN

En medio de la creciente crisis de suministro de agua y los desafíos asociados al cambio climático, se hace necesario buscar soluciones sustentables y locales que aborden estas problemáticas en las comunidades venezolanas de manera efectiva y no empírica como se ha practicado a través del tiempo. En este contexto, el proyecto Lata de Agua surge como una respuesta innovadora para abordar la escasez de agua en las instituciones: Centro de Educación Inicial Nacional Fermín Toro, Unidad Educativa Nacional Pedro Felipe Camejo y el Ambulatorio Las Casitas, ubicadas en el sector Barrio Nuevo del Barrio San Blas, Parroquia Petare; con el objetivo de proveer un suministro de agua en cantidad y calidad adecuada en estos establecimientos.

Sin embargo, en la actualidad, el sistema cuenta con tres años de implementación y resulta necesario llevar a cabo una evaluación que permita determinar si funciona de forma adecuada. Por lo tanto, se realizará un análisis integral que abarcará diferentes aspectos relacionados con su desempeño, en términos de la cantidad de agua suministrada, calidad obtenida, operación y mantenimiento, así como el nivel de empoderamiento de los usuarios.

Basado en dicha problemática, surge el presente trabajo de investigación, cuya estructura se describe a continuación:

Capítulo I: Descripción General del Problema, constituido por: planteamiento del problema, justificación, antecedentes, objetivo general y específicos, alcance y limitaciones.

Capítulo II: Marco Referencial, constituido por las bases teóricas.

Capítulo III: Marco Metodológico, constituido por: nivel y diseño de investigación, técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos, población y muestra.

Capítulo IV: Análisis y Presentación de Resultados, donde se desglosa el procedimiento llevado a cabo para el cumplimiento de cada objetivo planteado.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones, de acuerdo con los resultados obtenidos.

Por último, las referencias bibliográficas y los anexos.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA

Planteamiento del problema

La problemática de la escasez de agua y la dependencia del hombre de este recurso vital ha llevado al uso del agua de lluvia, lo cual ha sido motivo de estudio en diferentes países, con el fin de aprovechar el mismo al máximo como una fuente de agua complementaria, e intervenir de una manera efectiva sobre su calidad, considerando que su uso no represente ningún riesgo para el usuario. Por esa razón, se han tomado en cuenta diferentes formas de captación de agua de lluvia, con innovaciones que se han comenzado a estudiar y publicar recientemente.

La solución sustentable Lata de Agua, implantada en Petare, es uno de estos sistemas sobre uso de agua de lluvia, que ha sido muy promocionado, y que beneficia a las Escuelas: Centro de Educación Inicial Nacional Fermín Toro y Unidad Educativa Nacional Pedro Felipe Camejo, y al Ambulatorio de la red de atención primaria de salud, “Las Casitas”; donde hacen vida 450 personas, aproximadamente. De acuerdo al fundador y director de la empresa Arqbiental, quien desarrolló el proyecto, Sánchez (2020), esta propuesta:

> Busca suministrar agua abundante y de calidad a las escuelas mencionadas y al centro de salud mediante un proyecto de instalación de un Sistema de Captación de Agua de lluvia, donde las comunidades se empoderen, mantengan y difundan las buenas prácticas para cosechar agua de lluvia y así, solucionar localmente parte de sus problemas hídricos que se agravarán de cara al futuro ante el cambio climático. (p. 2)

En efecto, en esta solución se afirma que el uso del agua de lluvia permite, al menos durante seis meses al año, cubrir los requerimientos hídricos del consumo; considerando que la cantidad asignada por persona es de 20 L/persona-d, que fue lo establecido por el proyectista en su memoria descriptiva, por lo cual, resulta fundamental verificar si el consumo actual es acorde a la dotación diaria mínima establecida; aunque es importante considerar que el uso del agua debe estar asociado al establecimiento y quizás deba considerarse lo establecido en la Gaceta 4044, en su Capítulo VII De las dotaciones de agua para las edificaciones.

Las condiciones hidrológicas en el municipio Sucre, de acuerdo con la información recopilada por los autores del proyecto, indican una precipitación total anual de 936 mm, 13,1

mm de agua de lluvia en el mes más seco (marzo) y 124.6 mm de agua el mes más lluvioso (junio). Para abordar este tema y corroborar tal afirmación, se considerarán los registros de precipitaciones de las estaciones hidrometeorológicas cercanas a la implantación del sistema, con el fin de identificar el comportamiento de las lluvias de la zona y, en función de ello, establecer un estimado de lo aprovechado por Lata de Agua.

Por otro lado, para determinar si la calidad del agua recolectada es apta para ser consumida, será necesario analizar la situación del agua cruda y el agua tratada por el sistema, con el fin de conocer si se está implementado de forma correcta la operación y mantenimiento en todas las unidades del sistema. Para ello, es necesario que el operador se encuentre empoderado respecto a las etapas del mismo, ya que es un factor determinante para producir agua en condiciones aceptables. En este sentido, luego de realizar una visita al sistema, se logró notar que, hasta la fecha, no ha existido un control adecuado del mantenimiento en sus etapas, ni regulación de la dosificación del cloro en los tanques elevados que alimentan individualmente cada institución.

En función de la situación expuesta, se propone evaluar el desempeño del sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia Lata de Agua, implantado en Petare, con el fin de verificar su desempeño, basado en la producción y el consumo de agua de los usuarios beneficiados, además de evaluar la calidad del agua almacenada en sus distintas etapas, chequear si se encuentran implementadas las buenas prácticas de operación y mantenimiento del sistema, y determinar el empoderamiento de los usuarios.

Justificación

Los resultados de esta investigación serán de gran relevancia para evaluar la efectividad del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia implementado, puesto que permitirán identificar cuáles son las debilidades que se pueden presentar en una implantación de este calibre, sin tener supervisión técnica y siendo gestionada por usuarios capacitados; ya que se sabe que es una solución viable y sostenible, pero si el propósito es que sea para consumo humano, hay que prestar mucha atención a cada una de sus etapas en el proceso de operación y mantenimiento, para garantizar la calidad del producto final: agua potable y el empoderamiento de los involucrados.

Además, su ejecución proporcionará conocimientos y lecciones aprendidas que pueden ser replicados en otras comunidades que enfrentan desafíos similares, en términos de escasez

de agua. Por lo cual servirá de sustento para aportar contenido de valor a los agentes multiplicadores del sistema y a futuras investigaciones relacionadas con el tema.

Antecedentes

En Colombia, se emplea un proyecto que nació en el año 2008, denominado Ekomuro H2O+, que implementa el concepto de reciclaje del plástico de botellas de agua o refresco de material tipo PET, buscando interconectar cada botella de una forma hermética y así generar un muro de cosecha que aplica el principio físico de los vasos comunicantes, el cual ayuda a filtrar gran parte de las partículas suspendidas, que son arrastradas desde el área de captación, para luego llevarlas a un tanque de almacenamiento y tratarlas para su uso, con fines de uso escolar y asistencial. En el mismo orden de ideas, comentan que tiene como objetivo reducir la huella de carbono, además de su versatilidad, que le permite adaptarlo a cualquier espacio disponible.

Por otro lado, se encuentra el caso de México, específicamente en su capital, donde hay una organización que lleva por nombre Isla Urbana, que ha implantado un sistema de cosecha de agua de lluvia conocido como “Kit Tláloc”, aplicando un separador de primeras lluvias que está conectado al área de captación del sistema (techo), el cual se encarga de dividir la parte más contaminada de cada evento y permite que solo el agua más limpia pase al tanque de almacenamiento; seguido de un filtro, que retiene las hojas y residuos que hayan sido arrastrados desde el techo.

En efecto, una vez el agua de lluvia comienza a ingresar al tanque de almacenamiento, cuenta con un reductor de turbulencia que controla el comportamiento del agua, para evitar revolver los sedimentos que se acumulan en el fondo. Posteriormente, el agua almacenada es extraída por succión desde la parte superior con una válvula flotante, conocida en Venezuela como maraca, donde se encuentra el agua más limpia y, por último, pasa por un tren de filtración que favorece a los componentes organolépticos, para luego ser desinfectada mediante esferas de plata coloidal/cloro/ozono, dando como resultado un producto aprovechable.

En este mismo orden de ideas, cabe destacar el caso de Villa Gonzalo, que es una localidad amazónica en Perú constituida por una población de 850 personas, cuya salud se ve alterada por el consumo de agua contaminada. Como solución, se cosecha agua de lluvia de la siguiente manera: mediante un techo de planchas de calamina galvanizada, el cual posee en

cada lado inferior unos canales, el agua se conduce hasta llegar al depósito, que se apoya a poca altura del suelo, soportado con listones de madera. Con el fin de controlar la suciedad del techo y el colapso de las trampas de hojas y ramas, se cuenta con una tubería, cuya función es almacenar los elementos que no deben llegar al depósito, la cual se sitúa al final del canal, y llega hasta el suelo. De esta forma, cuando empieza a llover, se inicia el proceso de llenado de agua con todos los elementos residuales. Una vez llena, el agua pasa por encima, llegando limpia al depósito. Finalmente, el proceso de desinfección consiste en clorar el agua que entra en el tanque y a la salida presenta un filtro de carbón activado.

Objetivo general

Evaluar el desempeño del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia Proyecto Lata de Agua, implantado en el sector Barrio Nuevo del Barrio San Blas, parroquia Petare, municipio Sucre, Caracas-Venezuela.

Objetivos específicos

- Verificar si se satisface la cantidad de agua que provee el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia a los usuarios.
- Verificar si se cumplen con los requerimientos básicos de calidad de agua potable.
- Comprobar si los usuarios se empoderaron del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia

Alcance y limitaciones

Alcance

Con el presente estudio se busca conocer el promedio general de consumo de agua por persona que existe en las instituciones que se ven beneficiadas por el proyecto Lata de Agua. Una vez identificados los requerimientos reales de uso y estimada la cantidad producida por el sistema, se podrá identificar los periodos con déficit o excesos.

Por otro lado, considerando que el agua cruda y potabilizada están separadas en tanques de almacenamiento diferentes, se buscará verificar si los parámetros básicos que debe cumplir un agua para consumo humano, se obtienen en el agua que se utiliza, con el tratamiento existente.

Asimismo, se medirá el empoderamiento de los usuarios del sistema, a través de diferentes estrategias aplicadas para cada tipo de usuario. En el caso de los niños que conforman el alumnado de las instituciones, se realizarán actividades lúdicas, con el fin de identificar si conocen el propósito y la estructura del sistema.

Limitaciones

La medición del consumo de agua, depende fundamentalmente de la disposición de los usuarios del sistema de cada institución. Por otro lado, como no existe una estación meteorológica en el sitio de la implantación de Lata de Agua, el análisis de la producción tendrá que complementarse con información documental.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

Generalidades de los sistemas de abastecimiento con agua de lluvia

Los sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia tienen como objetivo reducir la dependencia del suministro de agua potable y contribuir a la sostenibilidad ambiental, mediante el aprovechamiento de un recurso natural renovable. Según la International Association of Plumbing and Mechanical Officials (2018),” un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia es un conjunto de componentes y dispositivos diseñados para recolectar, filtrar, almacenar y distribuir agua de lluvia para usos no potables en edificaciones” (p. 174).

La versatilidad de estos sistemas permite su instalación en diferentes tipos de edificios, viviendas y terrenos, y pueden variar en tamaño y complejidad según las necesidades y la disponibilidad de recursos. Según Espinoza et al.(2016):

> Los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia son por ahora, el resultado del traslape de necesidades, es decir demanda de agua, y recursos disponibles, económicos, pero más que nada naturales, a través de la oferta disponible de precipitación en cada región. Se piensa en sistemas de captación sólo en los casos en que no existe una red pública de distribución de agua potable o no es factible la perforación de pozos. La verdad es que con todas las bondades que ofrece esta alternativa es algo que debemos pensar en utilizar aun cuando exista una fuente primaria de agua potable. (p. 202)

Según Rodríguez (2015), es importante destacar que en áreas urbanas de bajos recursos económicos, los sistemas de captación de agua de lluvia pueden ofrecer una solución sostenible y rentable para garantizar el acceso al agua. No obstante, es una opción complementaria al sistema centralizado, además es necesario asegurarse que sean diseñados y construidos adecuadamente para garantizar la seguridad y la calidad del agua recolectada y almacenada. En todo caso, la implementación de un sistema puede generar un ahorro en el consumo de agua potable y la reducción de inundaciones.

A continuación, se presentan algunas generalidades de los sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia de acuerdo con Fadare & Okoya (2017):

Los techos de los hogares y edificios pueden utilizarse como superficies de captación de agua de lluvia. Estos techos pueden ser de diferentes materiales, como tejas, láminas de metal, concreto, etc. Es importante tener en cuenta que el tipo de material puede afectar la calidad del agua recolectada, por lo que se recomienda materiales que no liberen sustancias químicas o partículas que puedan contaminar el agua. Los techos de metal galvanizado o recubiertos con materiales no tóxicos suelen ser considerados una buena opción, ya que son duraderos y no afectan la calidad del agua recolectada. Sin embargo, los techos de tejas y concreto también son una excelente opción.

Una vez que el agua ha sido recolectada, se debe proceder a su filtración, que es importante para garantizar que esté libre de sólidos. En áreas urbanas de bajos recursos económicos, se pueden utilizar materiales filtrantes simples, como arena y grava.

Después de la filtración, es necesario realizar un tratamiento para garantizar que el agua recolectada sea segura para su consumo. Los sistemas de tratamiento pueden incluir la cloración, la sedimentación, la filtración adicional y otros tratamientos convencionales. En estas áreas vulnerables, pueden utilizarse tecnologías de tratamiento simples y de bajo costo, como el uso de luz solar para la desinfección del agua.

Una vez tratada, el agua recolectada se almacena en tanques que deben ser impermeables y estar cubiertos para evitar la entrada de contaminantes. Los tanques de almacenamiento pueden ser de diferentes tamaños y materiales, como plástico o concreto.

Finalmente, la distribución del agua almacenada puede realizarse a través de sistemas de tuberías simples y de bajo costo, que pueden ser diseñados para abastecer a un solo hogar o para suministrar agua a varias familias de la comunidad.

Recolección agua lluvia

"La recolección de agua de lluvia es la práctica de recoger y almacenar agua que cae del cielo, para su uso posterior en diversas aplicaciones, como el riego, la limpieza y otros fines no potables" (Herrera & Jirón, 2019, p. 13), e incluso para consumo humano tras someterla a un tratamiento adecuado (García, Mendoza & Ríos, 2017).

La escala y el propósito de la recolección pueden variar. En una escala pequeña, la recolección puede ser tan simple como recoger agua en un balde plástico a través de un canal. En una escala mayor, en cambio, se pueden emplear sistemas más sofisticados, que incluyen

techos y canales diseñados específicamente para captar el agua, sistemas de filtración y tratamiento, y sistemas de almacenamiento adecuados.

En conclusión, es una práctica sostenible y económica que puede reducir la dependencia del suministro de agua potable ofrecido por los servicios públicos, especialmente en zonas donde el agua es escasa o no existe el suministro suficiente. Además, ayuda a reducir la cantidad de agua que se escapa al sistema de alcantarillado, lo que disminuye el riesgo de inundaciones

Aprovechamiento del agua de lluvia

Según Herrera, et al (2019) “El aprovechamiento de agua de lluvia se refiere a la recolección, almacenamiento, tratamiento y uso posterior del agua de lluvia para diferentes fines, con el objetivo de reducir la dependencia del agua potable y contribuir a la sostenibilidad ambiental y económica" (p. 5).

En un área urbana de bajos recursos económicos, el agua de lluvia recolectada y almacenada tiene varios usos beneficiosos. En el ámbito doméstico, puede ser utilizada para lavar ropa, limpiar la casa, lavar platos y bañarse, lo que ayuda a reducir la dependencia del agua potable. Además, puede ser empleada para el riego de jardines y huertos, lo cual fomenta la agricultura urbana y mejora la seguridad alimentaria (Núñez, Fernández & Navas, 2018).

Desde el punto de vista industrial, el agua de lluvia puede ser usada en procesos que requieren agua no potable, como en la producción de cemento y en la limpieza de maquinaria. También se puede emplear para la limpieza de calles y áreas públicas, lo que contribuye a mantener un entorno limpio y saludable (González & García 2019).

Es por ello que, antes de utilizar el agua de lluvia como fuente de agua potable, se debe someter a un tratamiento adecuado que incluya procesos de filtración y desinfección. El tratamiento dependerá de la calidad del agua de lluvia recolectada y del uso previsto.

En resumen, el agua de lluvia no es apta para el consumo humano sin un tratamiento adecuado, por lo que es importante asegurarse de que cualquier sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia se someta a un tratamiento adecuado antes de su consumo humano (López, 2012).

Ventajas del sistema de aprovechamiento de agua lluvia

El sistema de aprovechamiento de agua de lluvia tiene múltiples beneficios. En primer lugar, ayuda a reducir la demanda de agua potable, lo que se traduce en un ahorro de este recurso valioso (Cabello & Medina, 2017).

En términos ambientales, la reducción de la demanda de agua potable también tiene un impacto positivo al disminuir la necesidad de construir nuevas fuentes de suministro, que generan consecuencias negativas. Además, el sistema de aprovechamiento de agua de lluvia también reduce la escorrentía, lo que ayuda a evitar inundaciones y proteger el medio ambiente (Cabello & Medina, 2017).

Aparte de los beneficios ambientales, el sistema de aprovechamiento de agua de lluvia también puede generar ahorros económicos significativos. Al reducir la demanda de agua potable, se disminuye el costo de la factura de dicho servicio. Asimismo, estos sistemas pueden ser relativamente económicos de instalar y mantener (Cabello & Medina, 2017).

Por último, el agua recolectada puede ser utilizada para una variedad de actividades no potables, como el riego de jardines, la limpieza de pisos y baños, entre otras. De esta manera, se puede ahorrar agua potable para usos más importantes y reducir la demanda que debe aportar este recurso; por lo cual representa una solución efectiva y rentable para proteger el medio ambiente.

Limitaciones del sistema de aprovechamiento de aguas lluvias

Las limitaciones se encuentran en la dependencia de la lluvia, que puede comprometer el suministro de agua durante épocas de sequía. Además, la calidad del agua también puede ser un problema, si no posee un buen tratamiento, ya que puede contener contaminantes que requieren de sistemas para asegurar que sea apta para consumo humano (Ortiz-Pérez, 2018).

En áreas urbanas de bajos recursos económicos, las limitaciones del sistema pueden incluir la necesidad de espacio adicional y su uso para ciertas actividades que requieran de agua potable. Además, para que el sistema sea exitoso, se requiere un cambio de hábitos y prácticas de uso del agua, lo que puede requerir educación y capacitación adicional (Ortiz-Pérez, 2018).

En definitiva, aunque el sistema de aprovechamiento de agua de lluvia puede ser beneficioso en áreas urbanas de bajos recursos, también presenta desafíos que deben ser abordados para garantizar su éxito y sostenibilidad a largo plazo. Se debe tener en cuenta tanto las ventajas como las limitaciones antes de tomar una decisión sobre la instalación de un sistema de este tipo (Ortiz-Pérez, 2018).

Calidad del agua de lluvia y sus posibles usos

Características físicas-químicas y microbiológicas del agua de lluvia

Para comprender adecuadamente la calidad y el uso del agua de lluvia, es fundamental tener conocimiento de sus propiedades, que incluyen parámetros que determinan características generales del agua como el pH, temperatura, turbiedad, conductividad, así como otros parámetros que expresan constituyentes particulares como calcio, sodio, potasio, cloruros, nitratos, etc. A continuación, se presenta una tabla con los parámetros y sus rangos típicos en las aguas de lluvia. Esta información resulta fundamental para garantizar un uso adecuado y seguro del agua de lluvia en diversas actividades:

Tabla 1

Parámetros y rango típico de agua de lluvia

Parámetro	Rango típico	Unidades
pH	5.0 - 7.5	-
Conductividad eléctrica	10 - 200	µS/cm
Temperatura	10 - 30	°C
Turbiedad	1 - 10	UNT
Sólidos suspendidos	0 - 10	mg/L
Sólidos disueltos	10 - 100	mg/L
Fósforo total	0 - 1	mg/L
Nitratos	0 - 5	mg/L
Amonio	0 - 2	mg/L
Coliformes totales	Variable	NMP/100 mL
Escherichia coli (E. coli)	Variable	UFC/100 mL

Nota. Datos tomados de la revista de Ingeniería del Agua (Garrido-Baserba, Roig-Navarro & Gabaldón-Estevan, 2017).

De acuerdo con Gutiérrez-Cánovas, García-Vaquero & López (2017) dichos parámetros tienen las siguientes características:

El pH del agua de lluvia es un parámetro crucial que puede afectar tanto la calidad como el uso del agua. Un pH inferior a 5,6 puede indicar la presencia de contaminantes ácidos, como el dióxido de azufre y el óxido de nitrógeno, los cuales acidifican el agua de lluvia.

La conductividad específica del agua de lluvia está relacionada con la presencia de sólidos disueltos. Un aumento en la conductividad puede ser indicativo de la presencia de contaminantes, como sales de carreteras o productos químicos derivados de la actividad urbana, que se han disuelto en el agua de lluvia.

La temperatura del agua de lluvia tiene un impacto en su calidad microbiológica y capacidad de disolución de sustancias químicas y minerales. Las altas temperaturas favorecen el crecimiento bacteriano, mientras que las bajas temperaturas pueden inhibir la actividad microbiana. Además, la temperatura puede influir en la solubilidad de ciertas sustancias, lo que puede afectar su disponibilidad y transporte en el agua de lluvia.

La turbiedad del agua de lluvia afecta la apariencia del agua y puede ser indicativo de la presencia de organismos patógenos u otros contaminantes; pero sobre todo determina la aceptación del agua por parte de los usuarios.

Los sólidos suspendidos y disueltos en el agua de lluvia pueden afectar la apariencia, el sabor y color del agua. Los sólidos suspendidos pueden obstruir filtros y causar problemas en los sistemas de tratamiento de agua.

Al respecto, Agudelo & Aguilar (2022), quienes evaluaron en dos etapas las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de lluvia en su trabajo de grado, obtuvieron los siguientes resultados:

En primer lugar, se llevó a cabo una toma de muestra inicial de agua de lluvia cruda para conseguir las condiciones iniciales antes de cualquier intervención o proceso de tratamiento. Obteniendo como resultados los siguientes parámetros: pH: 6,9, turbiedad: 1,2 UNT, cloruros: 2 mg/L Cl, sulfatos: 0 mg/L $S0_4$, alcalinidad: 4 mg/L $CaCO_3$, dureza total: 6 mg/L $CaCO_3$, conductividad eléctrica: 38 mg/L µS/m, nitratos: 0,5 mg/L NO_3, coliformes totales: 75000 NMP / 100ml, Coliforme fecales: 7100 NMP / 100ml. (Ver anexo 1)

En segundo lugar, se llevó a cabo la toma de muestra agua de lluvia tratada para identificar las condiciones luego de su intervención. Obteniendo como resultados los siguientes

parámetros: pH 6,6, turbiedad 0,7 NTU, cloro residual 1,1 mg/L, cloruros 4 mg/L Cl, sulfatos: 8 mg/L SO_4, Nitritos: 0,002 mg/L NO2, hierro total: 0,03 mg/L Fe, alcalinidad: 40 mg/L $CaCO_3$, dureza total: 80 mg/L $CaCO_3$, Coliformes totales: 0 NMP / 100ml, Coliforme fecales: 0 NMP / 100ml. (Ver anexo 2 y 3)

Contaminantes presentes en el agua de lluvia

Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA (2016), el agua de lluvia, a pesar de ser una fuente natural, puede contener una variedad de contaminantes que afectan su calidad y seguridad. Estos contaminantes pueden tener origen atmosférico y biológico, y su presencia puede ser el resultado de diversas actividades humanas. A continuación, se describen algunos de los contaminantes más comunes que se encuentran en el agua de lluvia en techos de zonas urbanas:

Los contaminantes atmosféricos abarcan partículas en suspensión como polvo, hollín y cenizas volcánicas, así como residuos industriales y productos químicos liberados por la quema de combustibles fósiles u otras actividades industriales.

Los contaminantes biológicos pueden incluir microorganismos patógenos, como bacterias, virus y parásitos, los cuales representan riesgos para la salud humana. Estos microorganismos pueden provenir de fuentes de contaminación fecal, ya sea de animales, aves o sistemas de alcantarillado, según sea el área de captación.

El conocimiento de estos contaminantes es fundamental para implementar medidas adecuadas de tratamiento y asegurar que el agua de lluvia sea utilizada de manera segura en diferentes aplicaciones.

Procesos de desinfección para el agua de lluvia

Filtración de arena: Según Balacio & Palacio (2011), esta se obtiene pasando agua cruda a través de una capa de arena porosa. En dicho proceso, las impurezas están en contacto con la superficie de las partículas del medio filtrante, desarrollando de esta manera el proceso de degradación biológica y química. El agua cruda que se deposita en el equipo permanece en el medio filtrante, de acuerdo a la velocidad de filtración utilizada.

Filtración con carbono activado: Según la empresa de Ingeniería Romin (2017) está filtración se emplea como tal en el tratamiento de agua debido a que obtiene una gran

capacidad de adsorción de diversos elementos. Lo que más lo beneficia es que tiene que ver con la reducción del olor y sabor a cloro, sedimentos y, a su vez, compuestos orgánicos.

> Una de las características de esta filtración es que purifica como tal el suministro de agua sin patógenos en principio. Debido al fenómeno de adsorción, este filtro puede retener rápidamente algunos microorganismos, pero en sí no puede garantizar una filtración completa (OMS, 2006).

Desinfección con Cloro “cloración”: Según Nuevo (2018) la cloración del agua es un proceso empleado en los diferentes tratamientos de aguas con el fin de poder lograr la desinfección de organismos patógenos y de bacterias. La cloración se emplea en las partes finales de los tratamientos de potabilización, en este proceso lo que se busca es eliminar todos los microorganismos que puedan haber sobrevivido a los procesos anteriores. A esto también se le añade una sustancia oxidante (cloro o compuestos de cloro), lo cual garantiza la calidad del agua ante posibles contaminaciones o en el trayecto de su recorrido a través de la red de abastecimiento o agua potable.

Aparte de lograr la destrucción de patógenos, también sirve para eliminar sólidos minerales y orgánicos no deseados. El proceso de desinfección con cloro es un producto químico que logra destruir las enzimas fundamentales para la vida de estos agentes patógenos, lo que quiere decir, que el cloro consigue eliminar los microorganismos que se quedan en el agua y a disminuir la probabilidad de enfermedades por medio del agua. (Nuevo, 2018)

Martínez (2015) afirma que, debido al bajo costo, este es el método de desinfección más común, en este se utiliza el poder oxidante del compuesto como herramienta para deshacer la totalidad de los microorganismos. Los beneficios principales de aprovechar este compuesto para la desinfección de agua son los siguientes: el cloro tiene propiedades residuales, lo que permite una buena persistencia en el sistema de distribución de agua, tiene acción germicida en un espectro amplio y, a nivel de costos, este es un compuesto de fácil acceso y económico.

Desinfección con Ozono “ozonización”: La desinfección con ozono permite principalmente la eliminación de patógenos mediante la oxidación de bacterias, hongos y virus, y un mayor número de microorganismos los cuales permanecen desactivados.

> Un fuerte poder oxidante elimina las bacterias y los microorganismos que pueden precipitar metales pesados presentes en la solución y a su vez, lograr la eliminación de compuestos orgánicos, olores, pesticidas y extraños sabores a la que el agua está expuesta. (OMS, 2006)

Empoderamiento

Si bien, el concepto de empoderamiento, se asocia a un individuo o grupo social desfavorecido, en este trabajo el término en un sentido más general, como un proceso de desarrollo participativo grupal mediante el cual los individuos, toman mayor control sobre sus vidas y su entorno, adquieren recursos valiosos, derechos básicos, logrando así cumplir con metas importantes en su vida. (El Comité de Función Clave de Vinculación Comunitaria del Consorcio de las Subvenciones para la Ciencia Clínica Traslacional, CTSA, 2011). Según Montero (citado en Martinez y Silva, 2004), se ha señalado como una de las vías fundamentales para el desarrollo y la transformación de las comunidades respecto al contexto que se idealice.

Respecto a ello, Martinez y Silva (2004) plantean que el fenómeno del empoderamiento es útil en términos analíticos desde la percepción de la propia comunidad involucrada, por lo que es importante que el colaborador externo comprenda la perspectiva de la colectividad. En este sentido, CTSA (2011) plantea que, el empoderamiento comunitario se convierte en una herramienta valiosa para lograr que los miembros de la comunidad estén más cerca de ser agentes de cambio que sujetos a los cuales va dirigido el cambio, y la consecuencia se ve en un aumento de la colaboración y los conocimientos.

Componentes del sistema Lata de Agua

A continuación, se describe el sistema de captación y aprovechamiento de agua pluvial, de acuerdo con lo establecido en el Manual de uso del Sistema Lata de Agua (2020):

1. Techo: Una superficie de 340 m^2, revestidas con manto asfáltico y una capa de pintura epóxica para mejorar el área de captación encapsulando el asfalto, luego pasa por el filtro de piedras (nasa) y de allí a los canales y tuberías de conducción.

    1.1 Filtro de nasa: Son filtros de piedra ubicados en los techos que retienen partículas grandes (hojas, piedras, desechos), actuando un desbaste grueso.

1.2 Canales: La lluvia baja por canales y bajantes de PVC.

2. Filtro de hojas: Es una malla mosquitera plástica que retiene partículas o sedimentos más finos que los filtros de nasa, actuando como un desbaste fino

3. Separador de primeras aguas: Incorporación de un sistema que separe las primeras aguas de un aguacero y no recolectar agua de las primeras 3 precipitaciones de la temporada, ya que son las aguas más contaminadas, las que arrastran todos los sucios, sedimentos y materia orgánica del techo. Estas primeras aguas no son aptas para uso sanitario, pero se pueden usar para regar jardines, limpiar pisos y lavar carros.

4. Tanques principales de almacenamiento: El sistema tiene 4 tanques de almacenamiento de 2.400 litros (Tanque N° 1, 2, 3 y 4) cada uno, conectados entre sí (9.600 litros), ubicados en Colegio Fermín Toro. Se hace un tratamiento químico de desinfección, basado en la adición de una cantidad determinada de hipoclorito de sodio (cloro).

    4.1 Prefiltro (y) rain bird 75 micras: Está ubicado después de los tanques de almacenamiento principales, antes de entrar a la bomba, es de color negro con forma de Y. Contiene una malla plástica blanca de 75 micras, que permite evitar el paso de sedimentos a la bomba, para garantizar su óptimo funcionamiento.

5. Bomba: El sistema incorpora una bomba de agua, de 1 hp, 110 v. Opera automáticamente por diferencial de presión con el uso de un presostato electrónico.

    5.1 Filtro desbarrador: Es un filtro de 54 x 12 pulgadas de fibra de vidrio, que contiene como elemento filtrante arena y grava como soporte.

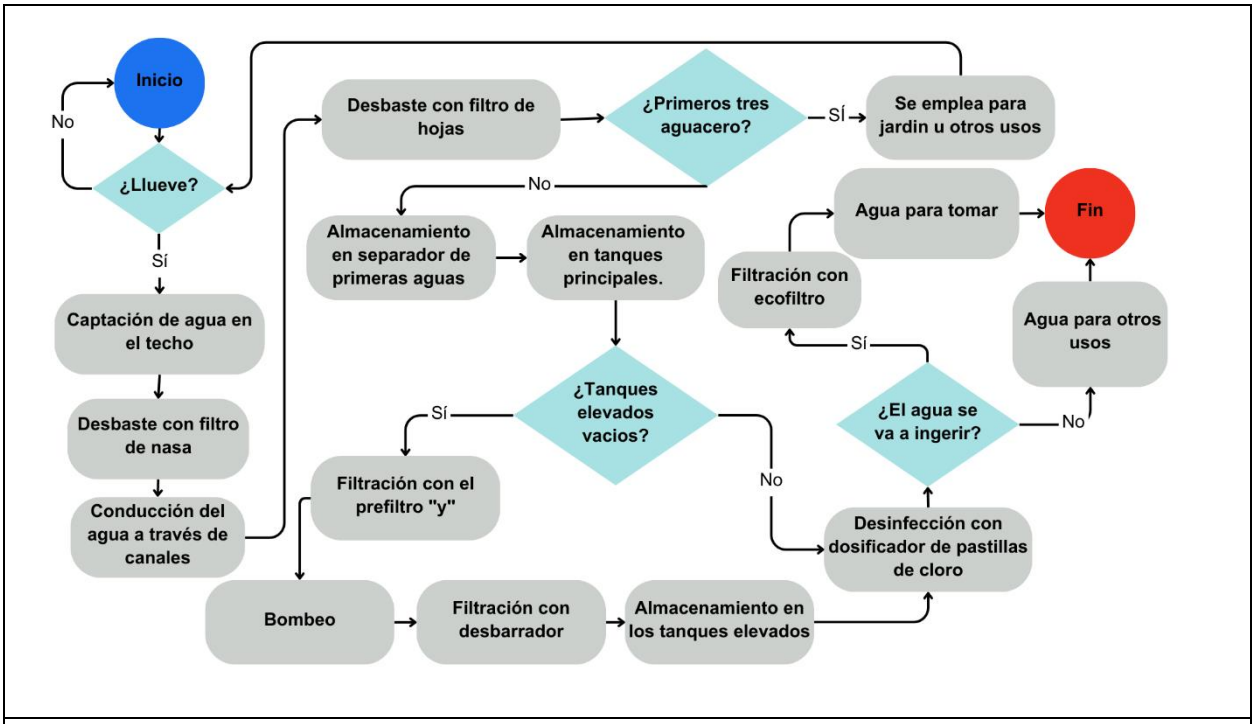
6. Tanques elevados: 3 unidades de 1.200 litros ubicadas en el techo del ambulatorio “Las Casitas” para surtir agua por gravedad a las dos escuelas y al ambulatorio (3.600 litros).

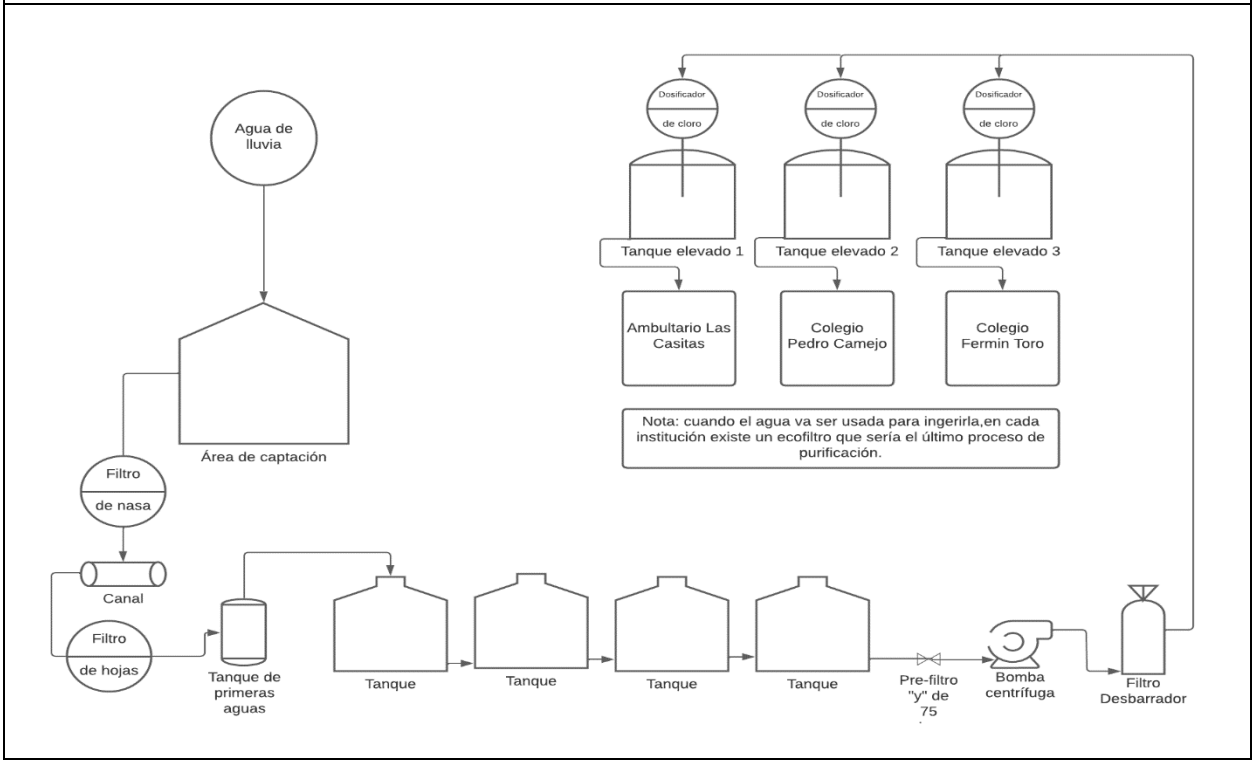
    6.1 Dosificador de cloro: Son cloradores tipo flotante y funcionan con pastillas de cloro al 90% (tricloro). Hay uno en cada tanque elevado.

7. Eco filtro: Es un sistema de filtración final compuesto por arcilla, carbón activado y plata coloidal que asegura la pureza del agua al 100% y la deja en condiciones óptimas para su consumo.

Figura 1

Diagrama de flujo de un sistema de cosecha de agua de lluvia





Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Nivel de investigación

Es importante conocer el grado de profundidad con que se aborda el objeto de estudio, de acuerdo al problema presentado y a los objetivos específicos propuestos. En este caso, la investigación es descriptiva, considerando que, según Arias (2006), este nivel "consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento." (p.24)

Diseño de la investigación

Según Hernández, Fernández y Batista (2010), "el término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea" (p.120), lo cual se lleva a cabo a través de pasos, etapas o estrategias que permiten responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación es de campo y documental.

En relación a ello, es importante mencionar que, en primer lugar, se cuantifica el consumo de agua para conocer el promedio general de consumo de las instituciones, en segundo lugar, se toman datos en el campo y de registros históricos de precipitaciones en estaciones hidrometeorológicas cercanas para calcular la cantidad de agua producida por las lluvias, en tercer lugar, se observan y comparan los parámetros básicos del agua sin tratar y el agua tratada, para identificar su calidad; en cuarto lugar y último, se recolecta información respecto al empoderamiento de los usuarios sobre el sistema implantado en la comunidad.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se requiere realizar una explicación del procedimiento a seguir por medio de un instrumento, según Arias (2006). "Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información." (p. 69).

A continuación, se presentan las técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados en cada caso:

Consumo de agua

Se propone como técnica la observación estructurada, para hacer uso de un instrumento que registre el control del consumo, donde se contabiliza el número de personas que asistieron a sus actividades y la cantidad de agua consumida, en función de la capacidad de los envases utilizados para su medición, ya que se encuentran clasificados en 4, 10 y 20 L. Es importante resaltar que son anotaciones diarias las que se registraron (Anexo 4 y 5). Para aumentar la confianza en los datos, se emplea como alternativa otro instrumento de control del consumo, en función del nivel de agua diario presente en los tanques, por el cual se determina el consumo por diferencia de nivel (Anexo 6)

Datos de precipitación

La cantidad de lluvia que cae en un área determinada, puede variar significativamente a lo largo del tiempo, por lo tanto, es posible que influya en la disponibilidad del agua. Para lograr identificar esos comportamientos, se propone como técnica la revisión documental y así obtener el valor de la cantidad de lluvia disponible a través de diferentes tipos de documentos con mediciones de agua de estaciones hidrometeorológicas cercanas.

Calidad del agua

Se utilizó nuevamente como técnica la observación estructurada, usando un instrumento específico para obtener la información, tal cual lo presentan Hernández, et al (2010), “En todas las áreas de estudio se han generado valiosos métodos para recolectar datos sobre variables específicas.” (p. 262). En este caso se utilizaron los registros de todos los valores obtenidos por los técnicos del Laboratorio de Sanitaria (LABSAM) de la UCAB, quienes se encargan de seguir los procedimientos adecuados y generar los resultados solicitados sobre la calidad del agua.

Empoderamiento

Es necesario conocer qué tan empoderados se encuentran los usuarios que operan y se ven beneficiados por el sistema, tomando en cuenta su nivel de sensibilización, su capacidad multiplicadora y sus conocimientos técnicos sobre Lata de Agua.

Para lograr esto, se implementa como técnica, una entrevista estructurada al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema, empleando como instrumento una

guía de entrevista con un enfoque netamente técnico (Anexo 7 y 8), respaldado por el Manual de Uso del Sistema Lata de Agua Barrio Nuevo (LDA), el cual proporciona las pautas y recomendaciones que deben ser seguidas por los operadores para garantizar el correcto mantenimiento y operación del sistema.

Asimismo, se aplica como técnica la encuesta, a los adultos que se ven beneficiados por el sistema, teniendo como instrumento un cuestionario escrito (Anexo 9) y, de la misma forma, un instrumento muy parecido a los jóvenes que están cursando desde 4to a 6to grado (Anexo 10). Por otra parte, para los niños de los grados inferiores, se utiliza como técnica la observación estructurada, mediante la escala de estimación como instrumento (Anexo 11, 12 y 13) para recopilar los datos obtenidos en una actividad lúdica: obra de teatro diseñada y presentada por los tesistas, donde se realizaron preguntas específicas sobre cada una de las etapas del sistema de recolección y aprovechamiento Lata de Agua, dando la oportunidad a los niños de expresar la información que realmente conocían sobre el tema expuesto durante la actividad lúdica.

Población y muestra

Según Arias (2006), “La población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”. En este caso, la población está constituida por los usuarios beneficiados por el sistema de captación y aprovechamiento de agua pluvial Lata de Agua.

A continuación se indicará cómo es la distribución de esta población: Centro de Educación Inicial Nacional Fermín Toro, conformada por 150 estudiantes, 7 profesores, 4 personal de limpieza, 2 personal administrativo y 1 personal directivo; la Unidad Educativa Nacional Pedro Felipe Camejo, conformada por 263 alumnos, 11 profesores, 1 personal de limpieza, 1 personal directivo, 2 personal de cocina y 1 colaborador; y el Ambulatorio de Salud “Las Casitas”, conformado por 4 enfermeras, 1 doctor y 1 coordinador. En efecto, se tiene un total de 449 personas que resultan beneficiadas por el sistema.

Como resulta imposible alcanzar la totalidad de los elementos que abarcan la población disponible, se aplica un proceso de muestreo. Al respecto, Arias (2006) establece que “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible.” (p. 83).

Muestreo intencional

Al aplicar la técnica de muestreo intencional, según Arias (2006), “los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador” (p.85), por tanto, han sido seleccionados de este tipo, las tres (3) personas que están encargadas de la operación y mantenimiento del sistema Lata de Agua para su correcto funcionamiento.

Muestreo al azar simple

Dentro del mismo orden de ideas, es necesario conocer el tamaño de la muestra para los estudiantes y los adultos (profesores, médicos y enfermeros, administrativos y de servicio). Para ello, se aplica la técnica de muestreo al azar simple, definida por Arias (2006) como el “procedimiento en el cual todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados” (p. 83)

Es importante resaltar, que se toma como población total a 270 personas entre adultos y estudiantes, ya que no está asistiendo la totalidad de los beneficiarios indicados anteriormente, y aclarar que, se debe excluir de este análisis a los tres (3) antes mencionados, con lo cual la población actual corresponde a 267 personas que están distribuidos de la siguiente forma: 161 estudiantes que cursan desde preescolar hasta 3er grado, 84 estudiantes que cursan desde 4to a 6to grado y 22 adultos que representa al personal de limpieza, profesores, enfermeros y doctores. Con la siguiente expresión, definida por Torres, Paz, y Salazar (s.f.), se procede a calcular el tamaño de la muestra representativa:

$$n = \frac{N \times Z_a{}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z_a{}^2 \times p \times q}$$

Ecuación 1. Cálculo del tamaño de muestra conociendo el tamaño de la población

- n= número de la muestra
- N= tamaño de la población
- z = nivel de confianza deseado (Ver Anexo 14).
- p = probabilidad de éxito
- q= probabilidad de fracaso

- d= precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Es importante interpretar la forma en la que se procesan los datos recolectados. Para llevar a cabo esta tarea, es necesario aplicar técnicas de análisis diferentes, en función de los objetivos de la investigación. Según Hernández, et al (2020), "Las técnicas de análisis son herramientas utilizadas en el proceso de análisis de datos, cuyo objetivo es transformar la información recolectada en conocimiento útil y significativo para responder a las preguntas de investigación planteadas.” (p. 95)

A continuación, se describen las técnicas de procesamiento y análisis de los datos utilizados:

Consumo de agua y datos de precipitación

Para las fases iniciales, se plantea establecer el promedio general de consumo por persona por día que existe en las instituciones beneficiadas por Lata de Agua, a partir de los datos de consumo recolectados en época de sequía y lluvia, con el fin de determinar los requerimientos reales y así corroborar si la cantidad establecida inicialmente por los proyectistas, se corresponde con este consumo.

Por otro lado, los valores de precipitación mensuales obtenidos, se pueden estudiar mediante una correlación, la cual, según Hernández, et al (2020) “es una técnica estadística que se utiliza para medir el grado de relación entre dos variables” (p. 351); lo que permite determinar la similitud entre las lluvias de las estaciones estudiadas. En función del resultado obtenido, es posible establecer conclusiones sobre las precipitaciones de la zona en cuestión. Es importante tener en cuenta que la correlación no implica causalidad, por lo que se debe ser cuidadoso al interpretar los resultados.

Por consiguiente, se realiza un balance hídrico que, según Gleick (1993), "es la relación entre la cantidad de agua que entra y sale de una región determinada. Este balance es fundamental para entender la disponibilidad de agua en una zona y para planificar su uso sostenible." (p. 10). Con esta información se busca determinar si hay un excedente o un déficit de agua, lo que puede ser útil para la toma de decisiones en el manejo del recurso hídrico. En consecuencia, se lleva a cabo una curva de comportamiento de abastecimiento, empleada para representar el requerimiento de agua en el sitio, en función del tiempo.

Calidad del agua

En relación a la calidad del agua, se propone como técnica de procesamiento de datos el análisis descriptivo. Según Hair, Black, Babin y Anderson (2019), este consiste en "el proceso de describir datos a través de tabulaciones, gráficos y estadísticas que resumen la información" (p. 53). Una vez obtenidos los parámetros físico-químicos y bacteriológicos suministrados por el laboratorio, se procede a analizar, mediante una tabla, los resultados, comparándolos con los parámetros normativos y otras referencias bibliográficas.

Empoderamiento

Para procesar la información respecto al empoderamiento, se requiere aplicar diferentes métodos que permitan llegar a una interpretación. En primer lugar, se aplica una lista de cotejo que va dirigida al personal que se encarga de la operación y el mantenimiento del sistema Lata de Agua. Según Arias (2006)., “una lista de cotejo o de chequeo es un instrumento en el que se indica la presencia o ausencia de un aspecto o conducta a ser observada.” (p. 70); lo cual permite efectuar un análisis descriptivo de los resultados obtenidos en la entrevista.

En segundo lugar, se aplica la tabulación de frecuencias como técnica estadística a los datos obtenidos por los adultos, jóvenes y niños beneficiados por Lata de Agua, que consiste en "un método para presentar datos en una tabla que muestra el número de veces que ocurre cada valor o rango de valores en un conjunto de datos" (Gravetter & Wallnau, 2016, p. 52); en otras palabras, es una forma de resumir la información y presentarla de una manera clara y concisa mediante gráficos.

Dentro del mismo orden de ideas, está el análisis de porcentajes, que según Gravetter et al (2016) “es una técnica estadística que se utiliza para describir la frecuencia relativa de una variable y su relación con otra. Se expresa como un porcentaje del total de casos y permite comparar las frecuencias relativas de dos o más grupos.” (p. 62); lo que proporciona información de valor para la interpretación de los resultados.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Es importante destacar, antes de presentar y analizar los resultados, que la asistencia a las instituciones objeto de este trabajo de grado se ve alterada, ya que existen condiciones socio-económicas actuales que generan como consecuencia escasez de profesores y la disminución del tiempo presente en los turnos de clases, motivo por el cual los estudiantes no están asistiendo en su totalidad de forma regular. En función de lo antes expuesto, el sistema se encuentra funcionando para el abastecimiento de los usuarios descritos a continuación:

- Centro de Educación Inicial Nacional Fermín Toro: asistiendo 65 estudiantes, 5 profesores, 2 personal de limpieza, 1 personal administrativo y 1 personal directivo (74).
- Unidad Educativa Nacional Pedro Felipe Camejo: asistiendo 180 alumnos, 7 profesores, 1 personal de limpieza, 1 personal directivo y 2 personal de cocina (191).
- Ambulatorio Las Casitas: asistiendo 3 enfermeras, 1 doctor y 1 coordinador (5).

Se tiene un total de 270 personas que resultan beneficiadas por el sistema y es importante aclarar que representa el día con mayor asistencia en todas las instituciones durante el periodo estudiado.

Verificación de la cantidad de agua que provee el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia a los usuarios

Consumo de las instituciones en litros persona día

Recolectar y mantener un registro del consumo de agua en cada institución beneficiada por Lata de Agua fue una práctica importante, ya que esto permitió analizar y conocer el comportamiento del uso a lo largo del tiempo para un número determinado de personas presentes en las instituciones. De esta forma, se totalizó el consumo promedio por día, durante el periodo de estudio correspondiente.

Medición de consumo por baldes.

En esta sección, los colaboradores de las instituciones tenían la tarea de registrar en el diario de consumo suministrado (Anexo 4 y 5) la cantidad de personas que asistía día a día y, en paralelo, llevar un conteo de la cantidad de baldes de agua utilizados para cubrir sus actividades cotidianas, tomando en cuenta las dimensiones del envase, ya que, como se explicó anteriormente, existían varias opciones, en función de la capacidad de almacenamiento (en litros) de cada uno.

Medición por baldes en época de sequía.

En este caso, se pudo recolectar una data de siete semanas académicas aproximadamente. Sin embargo, la Institución Educativa Pedro Camejo y el Ambulatorio no pudieron llevar a cabo la actividad planteada, por lo que solo fue posible obtener el registro del colegio Fermín Toro (Anexo 15). De acuerdo con la información obtenida mediante la medición por baldes, se pudo determinar que el promedio de consumo por persona por día en la Institución Fermín Toro, durante la época de sequía, es de 2,2 L/persona-d.

Medición por baldes en época de lluvia.

De acuerdo con información suministrada por el personal directivo de las organizaciones beneficiadas por Lata de Agua, durante la época de lluvia estudiada, no contaban con la participación del personal de trabajo completo para la realización de sus actividades cotidianas, por razones ajenas a su voluntad, por lo cual no se pudo llevar a cabo el registro solicitado de parte de ninguna de las instituciones.

Medición de consumo por nivel de tanque.

Para obtener y complementar la información de consumo de las instituciones, se procedió a efectuar un registro de los niveles de los tanques elevados. Se llevó a cabo la elaboración de un listón de madera graduado en centímetros “cm”, con el objetivo de cumplir la función de una regla con las dimensiones adecuadas para poder medir los distintos niveles de agua, iniciales y finales, de cada uno de los tanques día por día. Dichos valores fueron anotados en el diario de consumo suministrado (Anexo 6), junto con la cantidad de personas que asistían durante los días evaluados, según la lista de asistencia proporcionada por el personal directivo de las instituciones.

Medición por nivel de tanque en época de sequía.

En este caso, se pudo recolectar una data de aproximadamente 4 semanas académicas (ver Anexo 16, 17 y 18). De acuerdo con la información obtenida mediante la medición por nivel del tanque, se pudo determinar que el promedio de consumo por persona por día, durante la época de sequía, en la Institución Fermín Toro, es de 3 L/persona-d; en la Institución Pedro Felipe Camejo, es de 1,7 L/persona-d y en el Ambulatorio Las Casitas, es de 7,6 L/persona-d.

Se observa que la medición por nivel es ligeramente superior a la realizada por los usuarios con los baldes en el Fermín Toro (3 contra 2 L/persona-d). Por esta razón, y considerando que hay un poco más de precisión en la medida de niveles en el tanque, y que además es la medición realizada tanto en período seco como lluvioso, serán los valores a considerar para obtener el promedio de consumo.

Medición por nivel de tanque en época de lluvia.

En este caso, se pudo recolectar una data de aproximadamente 4 semanas académicas (ver Anexo 19, 20 y 21). De acuerdo con la información obtenida mediante la medición por nivel del tanque, se pudo determinar que el promedio de consumo por persona por día, durante la época de lluvia, en la Institución Fermín Toro, es de 5,6 L/persona-d, en la Institución Pedro Felipe Camejo, es de 3,7 L/persona-d y en el Ambulatorio Las Casitas, es de 9,3 L/persona-d.

Cálculo de los consumos promedios

Tal como se observa, los consumos en época de lluvia son superiores a los de sequía, probablemente porque los usuarios se percatan que disponen de mayor cantidad de agua. Una vez determinado cada uno de los promedios de consumo por persona al día, de las instituciones respectivas, durante la época de sequía y de lluvia, se procede a efectuar el cálculo del promedio de cada institución, considerando los dos métodos empleados y las dos temporadas, generando como resultado los valores presentados en la tabla 2.

Promedio general del consumo del sistemap

Tabla 2

Consumo promedio de agua de las instituciones en época de sequía y lluvia

Institución	Época de sequía (L/persona-d)	Época de lluvia (L/persona-d)	Promedio (L/persona-d)
Fermín Toro	3	5,6	4,3
Pedro Camejo	1,7	3,7	2,7
Ambulatorio	7,6	9,3	8,4
Promedio general del sistema (L/persona-d)			5,1

Nota. Elaboración propia.

Una vez efectuados los cálculos de promedio de consumo diario por persona, tanto en época de sequía como de lluvia, se procedió a determinar si dichos valores son relativamente similares en magnitud. Al ser así, se estableció un promedio general de los dos valores, para fijar un valor típico de consumo de agua, lo que da 5,1 L/persona-d, inferior a los 20 L/persona-d considerados en el proyecto y bastante menor a lo que se contempla en la Gaceta 4044 para planteles educacionales (40 L/persona-d). Es importante destacar que, en el Ambulatorio, el consumo es de 2 a 3 veces superior al de los colegios, pero aun así muy inferior a lo contemplado en la Gaceta anteriormente mencionada para el tipo de edificación (500 L/consultorio-d). Por último, en el centro educativo de los niños del Fermín Toro es donde se consume la mayor cantidad de agua en comparación del Pedro Camejo, debido a que en esta institución hay más usuarios, y por ello surge la necesidad de un mayor control del consumo.

En términos generales, se puede indicar que este consumo de agua es muy bajo cuando se compara con los valores requeridos por norma.

Disponibilidad de agua pluvial

La ubicación del sistema de captación y aprovechamiento Lata de Agua, no posee un registro histórico de precipitación propia, debido a que no hay estación hidrometeorológica o pluviométrica en el sitio.

Sin embargo, se pudo adquirir información de dos estaciones en el Valle de Caracas; la Estación Petare/Caurimare, Serial MOP-MARN 0555 con 38 años de registro, desde 1949 hasta 1987, y del Departamento de Ingeniería Hidrometeorológica de la Universidad Central de

Venezuela, la Estación UCV, Serial MOP-MARN 0539 con 73 años de registro, desde 1949 hasta 2022.

Relación entre Lata de Agua y estación Petare/Caurimare

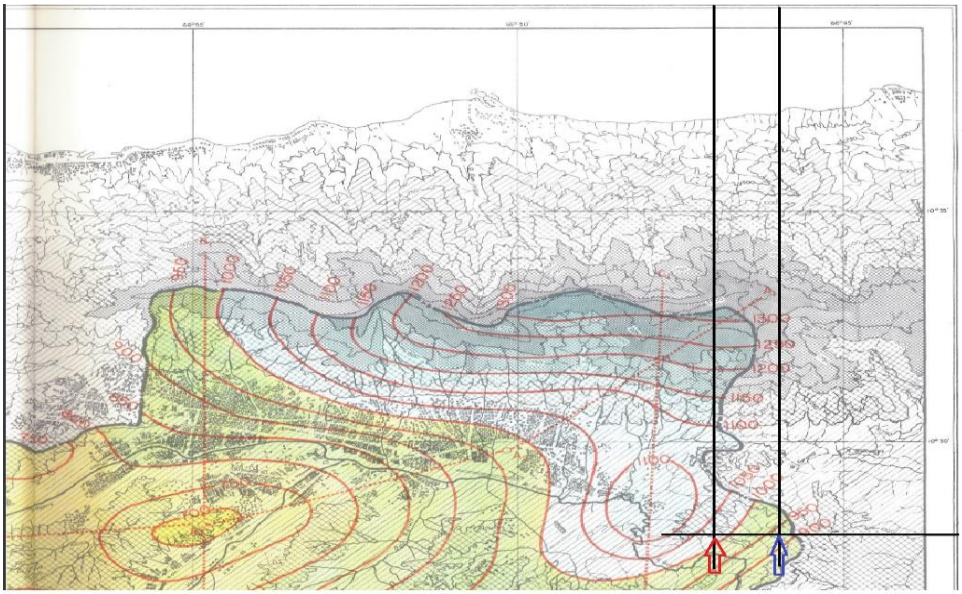
Como Lata de Agua, a diferencia de Petare/Caurimare, no tiene registros de precipitación, se estableció a través del estudio climatológico-hidrológico de la cuenca hidrográfica del valle de Caracas, la ubicación geográfica de los puntos de interés a evaluar de acuerdo con las coordenadas indicadas a continuación:

- Lata de Agua: Latitud: 10°28’3,4’’N - Longitud: 66°47’38,76’’O (Anexo 22)
- Petare/Caurimare: Latitud: 10°28’1,2’’N - Longitud: 66°46’58,8’’O (Anexo 23)

Cabe destacar que la Figura 2 muestra la precipitación media anual del periodo 1951-1965 en isoyetas, según la Universidad Central de Venezuela (1968) en su Estudio de Caracas. Resulta de interés ver la diferencia porcentual de las precipitaciones para verificar la similitud en el comportamiento y determinar si existe alguna relación entre las estaciones mencionadas.

Figura 2

Estudio climatológico-hidrológico cuenca hidrográfica del valle de Caracas



Nota. Esta figura muestra dos puntos de interés sobre la precipitación media anual del periodo 1951-1965 Lata de Agua (Rojo) y Petare/Caurimare (Azul). Fuente: Estudio de Caracas (1968)

Como se puede observar en la Figura 2, la flecha roja demuestra que la precipitación media anual del periodo 1951-1965 para Lata de Agua tiene un valor de 1020 mm, mientras que en Petare/Caurimare es de 930 mm (flecha azul). El análisis comparativo de la precipitación media anual entre Lata de Agua y Petare/Caurimare durante dicho periodo revela muy poca diferencia en relación a la cantidad de precipitación. Es fundamental tener en cuenta que la interpretación de los valores de precipitación en este mapa puede variar, según la manera en la que se han establecido las líneas de igual precipitación. No obstante, en este caso particular, los datos son confiables, ya que se fundamentan en un registro histórico de 14 años.

La diferencia porcentual entre los valores de precipitación de Lata de Agua y la estación Petare/Caurimare es del 9,6%, lo cual indica que el comportamiento de la precipitación en ambas áreas es similar, ya que no excede el 10%, lo que respalda la confiabilidad en el uso de los 38 años de registro disponibles de la estación Petare/Caurimare a la hora de estudiar la disponibilidad de agua de lluvia en Lata de Agua.

Además, la precipitación media anual de la estación Petare/Caurimare es inferior a la del lugar de implantación de Lata de Agua, en los 14 años comunes, lo que representa un margen de seguridad, ya que existe un porcentaje de garantía en los datos de lluvia a la hora de hacer el diseño.

Relación entre las estaciones Petare/Caurimare y UCV

Se presentan los registros históricos de precipitación en las estaciones Petare/Caurimare (Anexo 24) y UCV (Anexo 25), con sus respectivos períodos. Como se puede apreciar en dichas tablas, existen años donde hay datos faltantes, por lo cual se procedió a realizar un conglomerado de los años comunes, con registros de precipitaciones media mensual no consecutivos (Anexo 26 y 27).

A partir de los anexos 26 y 27, se llevó a cabo una correlación mensual para detallar el grado de relación entre las estaciones, y así predecir el comportamiento de Petare/Caurimare con respecto a UCV, tal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Correlación mensual

Mes	Relación entre variables	
Enero	81,53%	Anexo 28
Febrero	83,76%	Anexo 29
Marzo	0,17%	Anexo 30
Abril	84,57%	Anexo 31
Mayo	76,55%	Anexo 32
Junio	81,63%	Anexo 33
Julio	74,53%	Anexo 34
Agosto	64,61%	Anexo 35
Septiembre	63,81%	Anexo 36
Octubre	48,87%	Anexo 37
Noviembre	77,40%	Anexo 38
Diciembre	76,32%	Anexo 39

Nota. Elaboración propia.

Justificación del mes de marzo.

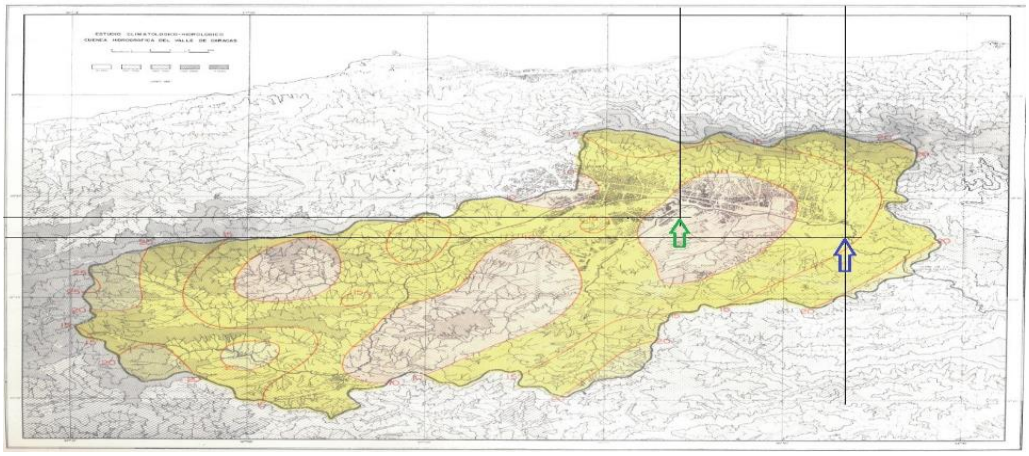
Es importante destacar que marzo es un mes de transición donde se comienza a ver mucha variabilidad respecto a los eventos lluviosos y no lluviosos, lo que se puede apreciar con mucha claridad en la Tabla 3 y Anexo 30. Dicho de otra manera, significa que no necesariamente llueve los mismos días en la UCV y en Petare/Caurimare, además de que la lluvia total mensual de marzo puede representar el total acumulado de un solo día, que puede ser diferente al día que llovió en la otra estación, considerando que las tormentas asociadas a este mes son muy pequeñas y la variabilidad cobra un gran peso.

En este sentido, la correlación se origina en las lluvias promedio y está basada en una distribución normal gaussiana. Particularmente, el mes de marzo está enlazado a otro tipo de distribución, que se escapa del alcance de este trabajo, debido a la magnitud del proyecto; además que no existe una estación en el lugar de implantación de Lata de Agua con registros históricos de precipitación con la que se pueda validar o comprobar el comportamiento de marzo in situ.

De acuerdo con la UCV (1968) en su Estudio de Caracas, se puede observar la precipitación media del periodo 1951-1965, según las coordenadas de Petare/Caurimare y UCV para 14 años en común de datos (figura 3).

Figura 3

Estudio climatológico-hidrológico cuenca hidrográfica del valle de Caracas



Nota. Esta figura muestra dos puntos de interés sobre la precipitación media de marzo en periodo 1951-1965 UCV (Verde) y Petare/Caurimare (Azul). Fuente: Elaboración propia (2023).

En la Figura 3, la flecha verde, señala que la precipitación media del periodo 1951-1965 para la estación UCV tiene un valor de 7 mm, mientras que en Petare/Caurimare es de 14 mm**.** La diferencia porcentual entre los valores de precipitación de ambas estaciones es del 100%; lo cual permite ratificar que el comportamiento de la precipitación es muy variable, debido a las condiciones tan particulares que posee el mes de marzo descritas anteriormente.

En consecuencia, la estación UCV con 73 años de registro, no fue significativa para disminuir la incertidumbre tan alta en este mes cuando se procedió al estudio de las correlaciones mensuales, por tanto, se sugiere iniciar mediciones diarias en el lugar de implantación del sistema Lata de Agua, con el fin de tener un sustento detallado a futuro, así como también considerar el efecto de las variables macroclimáticas y el cambio climático a lo largo de la serie 1949-2022.

Presentación de los promedios mensuales a partir de la correlación

Una vez indicado el nivel de relación entre las variables correspondientes de las estaciones hidrometeorológicas, es posible realizar el procedimiento de completación de datos, con el propósito de estimar el registro histórico de los años faltantes de Petare/Caurimare, desde 1987 hasta el 2022, en función del registro de la estación de la UCV (Anexo 25). Luego de haber obtenido el registro de 73 años de datos de lluvia en periodos mensuales, se puede establecer, en función del Anexo 40, el valor promedio de lluvia al mes que ocurre en

Petare/Caurimare y, de esa manera, definir el comportamiento de las lluvias de la forma más certera posible en Lata de Agua, tal como se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4

Promedios mensuales de precipitación Petare/Caurimare para la serie 1949-2022

Mes	mm acumulado
Enero	28,6
Febrero	16,6
Marzo	40,2
Abril	55,2
Mayo	116,3
Junio	153,9
Julio	138,5
Agosto	146,0
Septiembre	150,4
Octubre	246,7
Noviembre	162,4
Diciembre	62,0

Nota. Elaboración propia.

Estimación de la cantidad máxima de personas que puede atender el sistema

En la tabla 5 se presentan los datos básicos que se deben incluir dentro de la estimación.

Tabla 5

Información básica para la estimación del déficit hídrico

Datos	
Sitio	Lata de Agua
Estación de lluvia	Petare / Caurimare
Factor de corrección de lluvia	85%*
Área total de captación	340 m^2
Balance	Meses promedio
Periodo	1949 - 2022
Capacidad máxima	449 personas
Asistencia actual (2022-2023)	270 personas

Nota. Elaboración propia.

El (*) indica las pérdidas a razón de evaporación, conducción y primeras tres lluvias

Cantidad máxima de personas que puede abastecer el sistema en función del promedio general de consumo.

Como se puede observar en la Tabla 6, en primer lugar, se exponen los promedios mensuales de precipitación en Petare/Caurimare (valores presentados en la tabla 4), que permiten establecer la lluvia efectiva correspondiente, con un factor de corrección del 85%

(Tabla 5). Por lo tanto, asumiendo que toda la producción es aprovechada y no existen excedentes, bajo la condición de 5,1 L/persona-d de consumo durante 20 días al mes, se puede indicar la cantidad de personas que se pueden beneficiar.

Tabla 6

Estimación del déficit hídrico en función al promedio general de consumo

Mes	LL Total	LL Efectiva	Producción	Personas suplidas	% personas beneficiadas actual	% personas a capacidad máxima
	mm	mm	L	persona	%	%
Ene	28,6	24,3	8.262	81	30,0	18,0
Feb	16,6	14,1	4.794	47	17,4	10,5
Mar	40,2	34,2	11.628	114	42,2	25,4
Abr	55,2	46,9	15.946	156	57,8	34,7
May	116,3	98,9	33.626	330	122,2	73,5
Jun	153,9	130,8	44.472	436	161,5	97,1
Jul	138,5	117,7	40.018	392	145,2	87,3
Ago	146,0	124,1	42.194	414	153,3	92,2
Sep	150,4	127,8	43.452	426	157,8	94,9
Oct	246,7	209,7	71.298	699	258,9	155,7
Nov	162,4	138,0	46.920	460	170,4	102,4
Dic	62,0	52,7	17.918	176	65,2	39,2
Totales	1.316,8	1.119,3	380.555			

Nota. Elaboración propia.

Con los resultados de la tabla 6, se puede apreciar que se presentan dos situaciones, descritas a continuación:

Condición de asistencia actual: desde el mes de mayo hasta el mes de noviembre se puede suplir más personas de las que asisten actualmente (270 personas) con el consumo de 5,1 L/persona-d, siendo el mes de octubre donde existe la mayor cantidad de personas que pueden ser abastecidas totalmente con el agua de lluvia, hasta 699 personas. Es importante resaltar que la demanda de las personas que asisten actualmente, no se satisface al 100% durante 5 meses, destacando que este periodo está asociado a la época de sequía. Esto indica que el agua de lluvia podría abastecer el consumo en siete meses del año y funcionar como complementario los otros cinco meses del año.

Condición de asistencia a capacidad máxima: haciendo un análisis similar, únicamente, en los meses de octubre y noviembre, se puede suplir una cantidad mayor a las 449 personas inscritas. Según el promedio general de consumo, en octubre hasta 699 personas se podrían beneficiar, siendo este mes el de mayor rendimiento, mientras que en noviembre solo 460

personas pudieran ser abastecidas. Es importante resaltar que, durante los 10 meses restantes, para la cantidad de personas inscritas y en función del promedio general de consumo, no se podría cubrir el 100% de la demanda, involucrando 5 meses de sequía y 5 meses de lluvia, aun cuando se dispusiera de una capacidad de almacenamiento para ello.

Cantidad máxima de personas que puede abastecer el sistema suponiendo la dotación establecida en el proyecto.

En la Tabla 7 se presentan los promedios mensuales de precipitación en Petare/Caurimare, siguiendo la misma estructura del caso anterior (Tabla 6). Por lo tanto, asumiendo que toda la producción es aprovechada y no existen excedentes, bajo la condición de 20 L/persona-d de consumo, durante 20 días al mes se puede indicar la cantidad de personas que se pueden abastecer.

Tabla 7

Estimación del déficit hídrico en función de la dotación

Mes	LL Total	LL Efectiva	Producción	Personas suplidas	% personas beneficiadas actual	% personas a capacidad máxima
	mm	mm	L	persona	%	%
Ene	28,6	24,3	8.265	21	7,8	4,7
Feb	16,6	14,1	4.797	12	4,4	2,7
Mar	40,2	34,2	11.618	29	10,7	6,5
Abr	55,2	46,9	15.953	40	14,8	8,9
May	116,3	98,9	33.611	84	31,1	18,7
Jun	153,9	130,8	44.477	111	41,1	24,7
Jul	138,5	117,7	40.027	100	37,0	22,3
Ago	146,0	124,1	42.194	105	38,9	23,4
Sep	150,4	127,8	43.466	109	40,4	24,3
Oct	246,7	209,7	71.296	178	65,9	39,6
Nov	162,4	138,0	46.934	117	43,3	26,1
Dic	62,0	52,7	17.918	45	16,7	10,0
Totales	1.316,8	1.119,3	380.555			

Nota. Elaboración propia.

En función de los valores presentados para la situación actual y para la de capacidad máxima, aún cuando el sistema existente pudiera almacenar la cantidad de agua generada, no sería posible satisfacer una dotación de 20 L/persona el consumo total del agua, funcionando siempre como un sistema complementario de suministro de agua.

Cantidad máxima de agua que podría brindar el sistema a la asistencia actual y a capacidad máxima.

Si se realiza ahora el análisis en función de la dotación que podría darse a las personas en función de la producción, pero sin considerar el almacenamiento existente en el sistema, se tienen los valores presentados en la tabla 8.

Tabla 8

Distribución equitativa del agua a la asistencia actual y capacidad máxima

Mes	LL Total	LL Efectiva	Producción del sistema	Aportes para asistencia actual	Aportes para capacidad máxima
	mm	mm	L	L/persona-d	L/persona-d
Ene	28,6	24,3	8.265	1,5	0,9
Feb	16,6	14,1	4.797	0,9	0,5
Mar	40,2	34,2	11.618	2,2	1,3
Abr	55,2	46,9	15.953	3,0	1,8
May	116,3	98,9	33.611	6,2	3,7
Jun	153,9	130,8	44.477	8,2	5,0
Jul	138,5	117,7	40.027	7,4	4,5
Ago	146,0	124,1	42.194	7,8	4,7
Sep	150,4	127,8	43.466	8,0	4,8
Oct	246,7	209,7	71.296	13,2	7,9
Nov	162,4	138,0	46.934	8,7	5,2
Dic	62,0	52,7	17.918	3,3	2,0
Totales	1.316,8	1.119,3	380.555		

Nota. Elaboración propia.

Tal como se observa en la tabla en ningún caso la producción satisface el requerimiento de los 20 L/persona-d como abastecimiento único, lo que ratifica que sigue siendo un sistema complementario, aún cuando se pudiese almacenar toda el agua generada por las precipitaciones.

Comportamiento del sistema considerando el almacenamiento

En esta parte se considerará el sistema existente, específicamente lo referente a la capacidad de almacenamiento instalada. A partir de los datos básicos indicados en la Tabla 9, se van a procesar los diferentes balances hídricos correspondientes a este apartado, con el fin de elaborar las curvas de comportamiento con diferentes condiciones tomando en cuenta la capacidad de almacenamiento total (tanque principales N°1, 2, 3, 4 y tanques elevados), y cuyas tablas se presentan en los Anexos 41, 42, 43 y 44.

Tabla 9

Información básica sobre el balance hídrico

Datos	
Sitio	Lata de Agua
Estación de lluvia	Petare / Caurimare
Factor de corrección de lluvia (*)	85%
Área total de captación	340 m^2
Capacidad de almacenamiento	13.200 L
Balance	Meses promedio
Periodo	1949 - 2022
Capacidad máxima	449 personas
Asistencia actual (2022-2023)	270 personas

Nota. Elaboración propia.

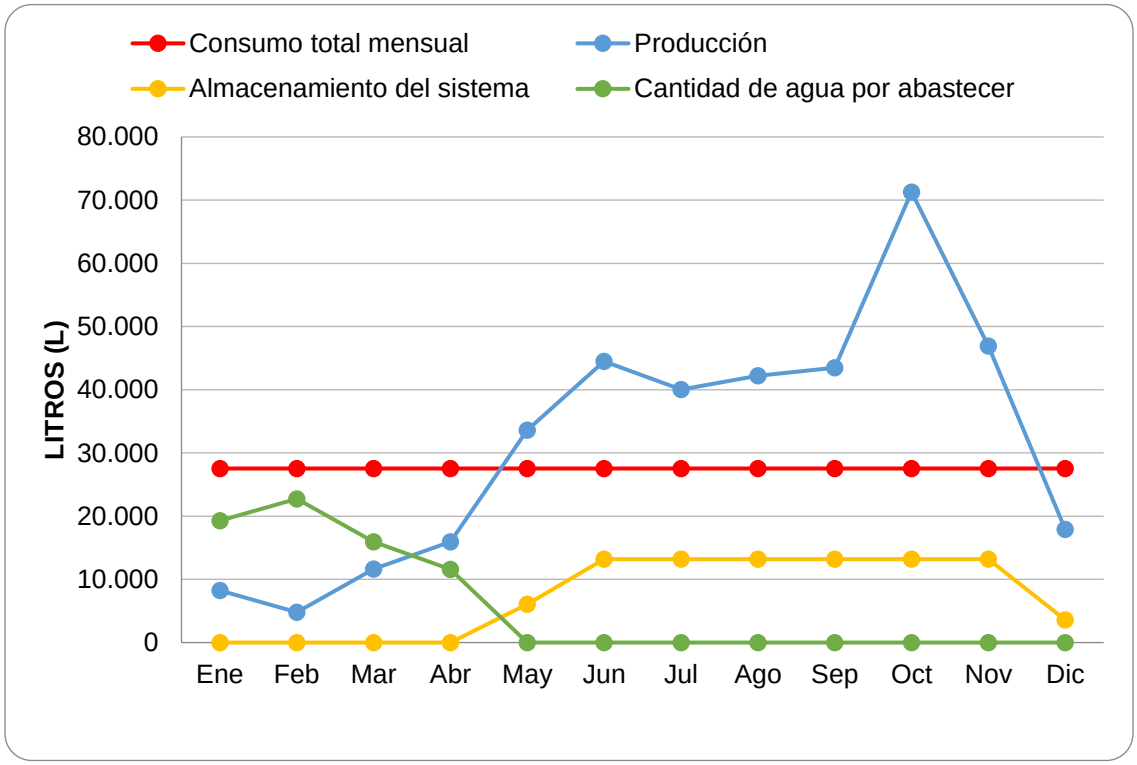
El (*) indica las pérdidas a razón de evaporación y conducción

Condición: Promedio general de consumo y asistencia actual.

En la figura 4 se representa el comportamiento esperado en el año, bajo la condición de 5,1 L/persona-d de consumo para 270 personas durante 20 días por mes.

Figura 4

Curva de comportamiento de abastecimiento con agua de lluvia considerando el promedio general de consumo y la asistencia actual



Nota. Esta figura muestra cómo la producción de agua de lluvia satisface y excede la demanda en función del consumo a lo largo del tiempo. Fuente: Elaboración propia.

El gráfico muestra la relación entre el consumo de agua (representada por la línea roja) y la producción de agua de lluvia (representada por la línea azul) a lo largo del tiempo. En los primeros meses, la producción es insuficiente para satisfacer la demanda, lo que resulta en la necesidad de abastecerse de otra fuente de agua (línea verde) y un déficit de agua para almacenar (línea amarilla).

En mayo, la tendencia cambia, ya que la producción (33.611 litros) supera la demanda (27.540 litros). Esto cubre la necesidad de abastecimiento (línea verde) y deja agua disponible para almacenar (línea amarilla). De junio a noviembre la producción crece significativamente, alcanzando un máximo en octubre con 71.296 litros. Por lo tanto, no se necesita abastecimiento extra (línea verde). Por otra parte, el almacenamiento se mantiene constante (13200 litros), lo cual sugiere que los tanques han alcanzado su capacidad máxima, creando excedentes de hasta 43.765 litros en octubre. Por último, en diciembre, aunque la producción de agua de lluvia es inferior a la demanda, se logra satisfacer los requerimientos utilizando el agua almacenada en el tanque del mes anterior.

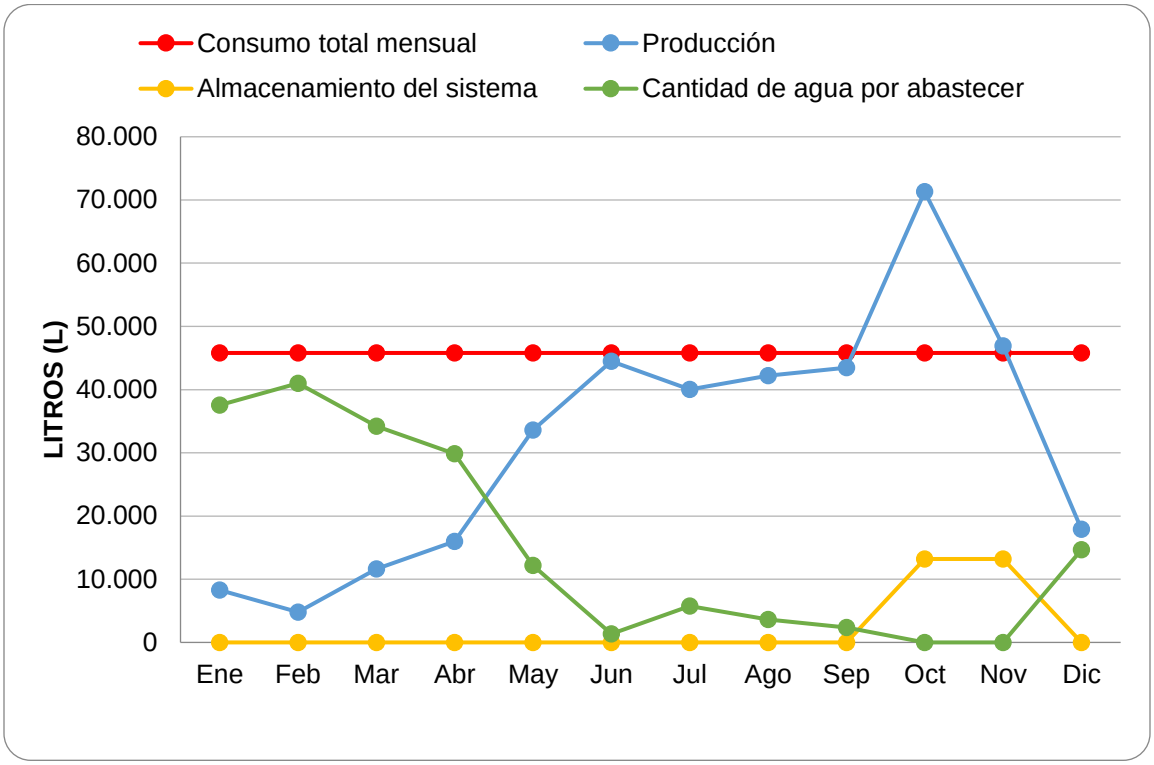
Esta interpretación del gráfico muestra que la producción de agua de lluvia promedio anual satisface en un 80% aproximadamente la demanda, en función del promedio general del consumo (5,1 L/persona-d)

Condición: Promedio general de consumo y capacidad máxima.

En la figura 5 se representa el comportamiento esperado en el año, bajo la condición de 5,1 L/persona-d de consumo para 449 personas durante 20 días por mes.

Figura 5

Curva de comportamiento de abastecimiento con agua de lluvia considerando el promedio general de consumo a capacidad máxima



Nota. Esta figura muestra cómo la producción de agua de lluvia satisface la demanda en función del consumo a lo largo del tiempo. Fuente: Elaboración propia.

La demanda se mantiene constante (línea roja), pero durante los primeros meses, la producción (línea azul) es insuficiente para satisfacerla, lo que crea la necesidad de abastecimiento adicional (línea verde) y un déficit de agua para almacenar (línea amarilla).

Desde mayo a septiembre la producción comienza aumentar y mantenerse cerca de la demanda, pero nunca logra superarla, alcanzando máximos en los meses de junio (44.477 litros) y septiembre (43.466 litros). Por lo tanto, se puede afirmar que se necesita abastecimiento extra, pero es posible cubrir gran parte de las necesidades. En octubre, la tendencia cambia, la producción (71.296 litros) supera la demanda. Esto cubre la necesidad de abastecimiento (línea verde) y deja agua disponible para almacenar (línea amarilla). Por otra parte, el almacenamiento se mantiene constante entre octubre y noviembre, lo cual sugiere que los tanques han alcanzado su capacidad máxima de 13.200 litros, generando excedentes.

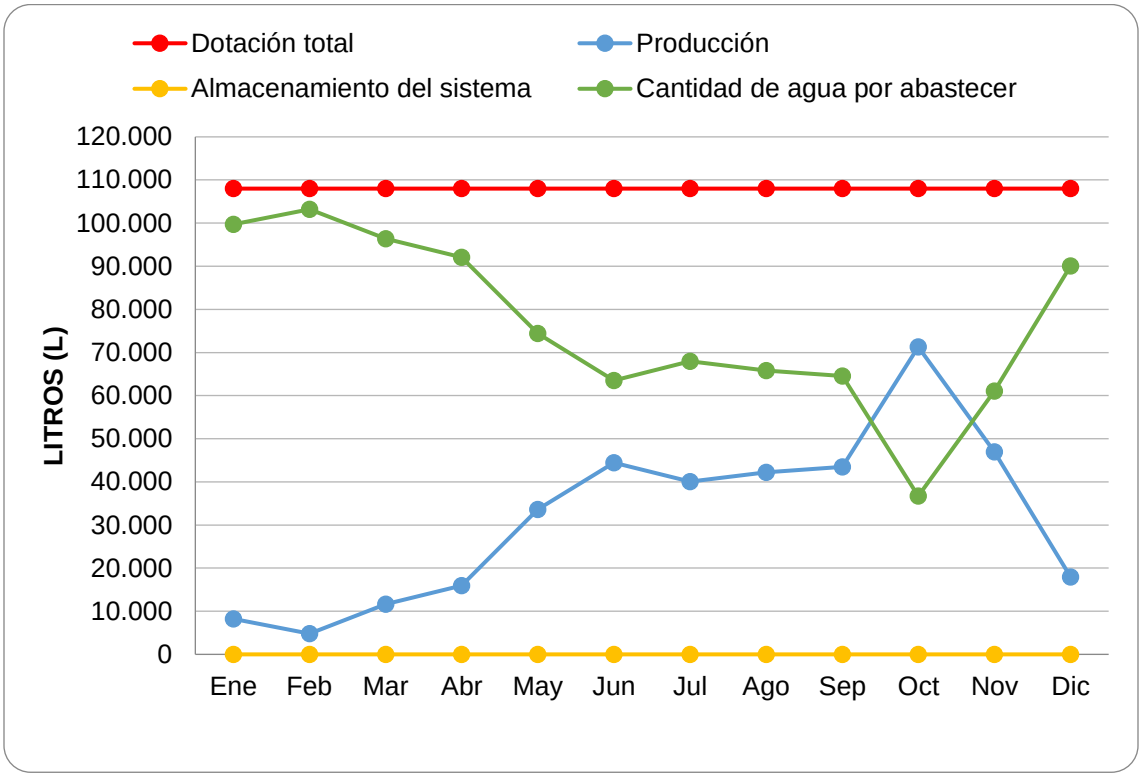
Por último, en diciembre se puede apreciar que la producción se encuentra nuevamente por debajo de la demanda, y aunque se logra abastecer parte de los requerimientos con lo almacenado en el tanque (línea amarilla), sigue existiendo un déficit que es necesario abastecer de otra fuente.

Esta interpretación del gráfico muestra que, en promedio, la producción de agua de lluvia satisface aproximadamente el 67% de la demanda anual, considerando el consumo a lo largo del tiempo.

Condición: dotación y asistencia actual.

En este análisis se interpretará la curva del abastecimiento con agua de lluvia de la Figura 6, bajo la condición de una demanda de 20 L/persona-d para 270 personas durante 20 días al mes, con el propósito de mostrar el comportamiento del sistema bajo la condición establecida en el proyecto.

Figura 6
Curva de comportamiento de abastecimiento con agua de lluvia considerando la dotación de agua y la asistencia actual



Nota. Esta figura muestra cómo la producción de agua de lluvia no satisface la demanda en función de la dotación a lo largo del tiempo. Fuente: Elaboración propia.

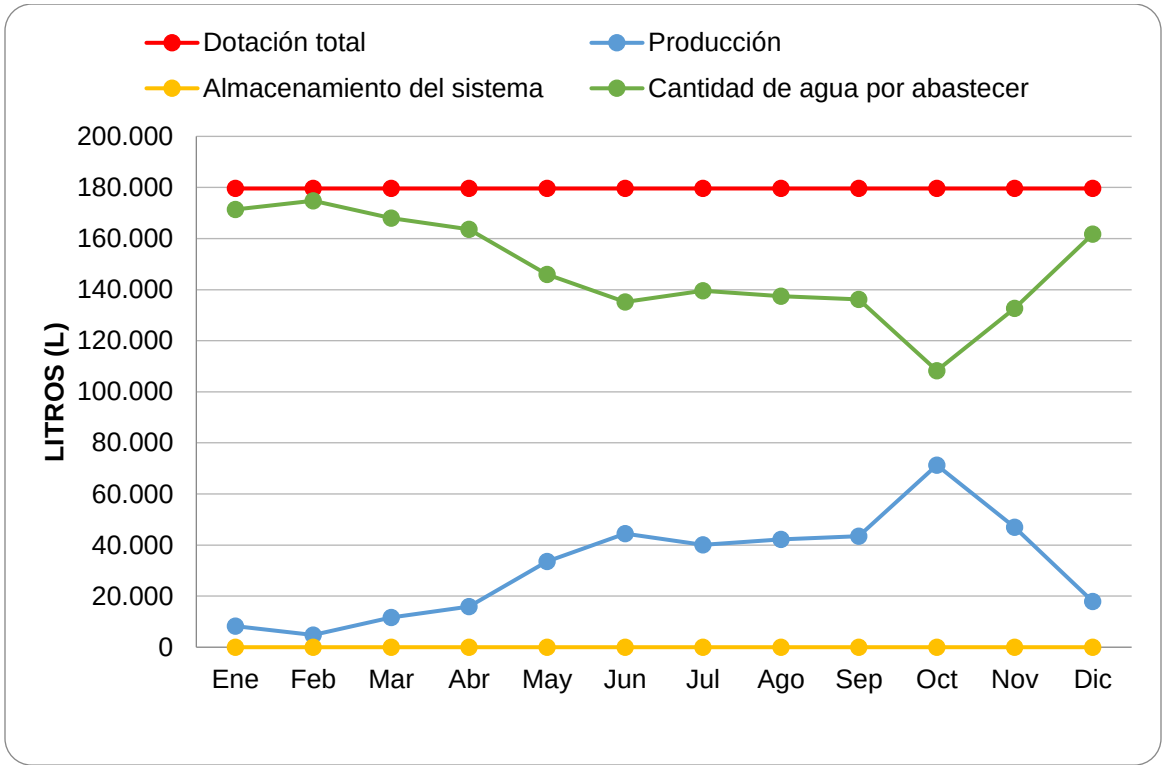
La demanda total (línea roja) se considera constante (108.000 litros), pero el comportamiento de producción (línea azul) es similar a los casos anteriores. Como resultado, en ningún mes del año se logra satisfacer la demanda completa. En octubre, el mes de mayor producción del sistema, se puede aportar el 66% de los requerimientos, lo que deja una necesidad de abastecer 36.704 litros (línea verde). Además, debido al déficit de producción, en ningún tanque de almacenamiento se podrá guardar agua, a pesar de su capacidad total de 13.200 litros. Esta interpretación sistemática del gráfico muestra como la producción de agua de lluvia promedio anual satisface en un 29% aproximadamente la demanda, en función de la dotación requerida a lo largo del tiempo.

Condición: dotación y capacidad máxima.

En este análisis se interpretará la curva del abastecimiento con agua de lluvia de la Figura 7, bajo la condición de una demanda de 20 L/persona-d para 449 personas durante 20 días al mes, con el propósito de mostrar el comportamiento del sistema bajo la condición establecida en el proyecto.

Figura 7

Curva de comportamiento de abastecimiento con agua de lluvia considerando la dotación de agua a capacidad máxima



Nota. Esta figura muestra cómo la producción de agua de lluvia no satisface la demanda en función de la dotación a lo largo del tiempo. Fuente: Elaboración propia.

Al comparar con el caso anterior representado en la Figura 6, se observa un aumento significativo en la demanda total (línea roja), que también se considera constante, pero el comportamiento de producción (línea azul) es el mismo. Como resultado, en ningún mes del año se logra satisfacer la demanda completa. Esta interpretación sistemática del gráfico muestra que la producción de agua de lluvia promedio anual satisface en un 18% aproximadamente la demanda, en función de la dotación a lo largo del tiempo.

En términos generales, respecto al comportamiento del sistema, la propuesta de Lata de Agua considera ser una fuente importante de abastecimiento, puesto que afirma proveer un aproximado de la dotación (20 L/persona-d) en un año escolar de 200 días, tomando en cuenta que tiene una capacidad total anual de recolección de 380.555 litros, aproximadamente. Para el caso en estudio, se consideró:

- Dotación diaria: 449 personas x 20 L/persona-d x 1 día = 8.980 L
- Suministro diario: 380.555 L ÷ 200 días = 1.902 L
- Porcentaje de aporte a la dotación asignada por el sistema: 1.902 ÷ 8.980 = 21%, aproximadamente.

Finalmente, se debe resaltar que este porcentaje se encuentra por encima del aporte inicial establecido por el proyectista (14%), pero por debajo de la proyección esperada de un 25 a 30% sobre la dotación anual de las instituciones beneficiadas, de acuerdo con lo indicado en la memoria descriptiva de Lata de Agua.

Comprobación de los requerimientos básicos de calidad de agua potable en los diferentes puntos de muestreo

Tal como se estableció en los objetivos del trabajo, parte del desempeño lo constituye la calidad del agua que es capaz de proveer el sistema.

En la tabla 10 se presentan los valores de los parámetros de calidad del agua en las diferentes etapas del sistema, con el fin de verificar su acondicionamiento. No solo los resultados obtenidos en este trabajo (realizados por LABSAM UCAB en 2023), sino un muestreo que se realizó en la etapa de implantación del sistema (PETA UCV en 2021). Adicionalmente, en las últimas dos columnas se presentan los valores obtenidos en un trabajo de cosecha de agua de lluvia (AGUASLAB S.A.S, 2021) y los límites permitidos en la normativa venezolana de calidad del agua potable (Gaceta 36.395 de 1998).

Tabla 10

Resultados de los Análisis Físico Químicos y Bacteriológicos Sistema Lata de Agua – Barrio Nuevo – Petare-Caracas

Lugar de captación	Sistema de tratamiento de agua de lluvia – Barrio Nuevo Petare								
Laboratorio	**LABSAM UCAB**			**PETA UCV**		**AGUASLAB S.A.S,**		Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable; Gaceta Oficial Nº 36395	
Sitio de captación	Separador de primeras aguas	Tanque N° 4	Salida grifo-Fermín toro	Tanque N° 4	Salida grifo de faena - ambulatorio	Cruda	Tratada		
Fecha de captación	23/5/2023	23/5/2023	23/5/2023	8/7/2021	8/7/2021	8/11/2021	1/12/2021	Valor deseable menor a	Valor máximo permitido
Hora de captación	12:00 pm	12:25 pm	12:50 pm	10:26 am	11:00 am	-	-		
Aspecto*	Clara	Amarillenta	Amarillenta	Clara	Clara	***	***		
Temperatura(ºC)*	22	23,8	24,6	26	25,6	***	***		
Turbiedad (UNT)	2,9	4,8	2,1	3,6	2,3	1,2	0,7	1	5
Color verdadero (UCV)	5	5	5	<5	<5	***	***	5	15
Conductividad específica (µS/cm)	42	113	131	27	44	38	***		
Sólidos disueltos totales (mg/l)	21	55	64	15	28	***	***	600	1000
pH*	7,3	7,9	8,2	5,1	5,8	6,9	6,6	6,5 - 8,5	9
Alcalinidad a pH 4,5 (mg $CaCO_3$/l)	32	40	51	6	10	4	40		
Dureza total (mg/l $CaCO_3$)	88	96	108	9	19	6	80	250	500
Cloruros (mg/l)	1,6	15,5	9,6	3	7	2	4	250	300
Sulfatos (mg/l)	<5	<5	<5	2	3	0	8	250	500
Nitritos (mg/l N)	<0,03	<0,03	<0,03	Inapreciable	Inapreciable	***	0,002	-	0,01
Nitratos (mg/l N)	<4	<4	<4	0,1	0,12	0,5	***		10
Potasio (mg/l)	0,8	0	1,3	0,2	0,2	***	***		
Hierro total (mg/l)	0,04	0,14	0,14	Inapreciable	0,29	***	0,03	0,1	0,3
Cloro libre (mg/l) *	0	2	0	0	1,7	***	1,1	0,3-0,5 (a lo largo de la red)	
Coliformes totales (org./100ml)	≥16	≥16	9,2	2 **	0	75000	0	0	
Coliformes fecales (org./100ml)	≤2,2	≤2,2	≤2,2	1 **	0	7100	0	0	
Heterótrofos aerobios (UFC/ml)	150	80	10	> 100	0	***	***	< 100	

* Determinaciones en el sitio; ** Presencia de colonias atípicas; ***No se realizó este análisis.

Nota. Elaboración propia.

Punto de muestreo 1: Separador de primeras aguas

En este trabajo se captó el agua cruda en el separador de las primeras aguas, cuyas determinaciones analíticas fueron realizadas por el Laboratorio LABSAM UCAB, se obtuvieron los valores de los componentes del agua cruda (Anexo 45), los cuales fueron captados en el punto de muestreo 1 (Anexo 46). Se procedió a analizarlos y compararlos con el estudio previo realizado por PETA UCV y Agudelo & Aguilar.

Al comparar los valores analizados por LABSAM UCAB, lo primero que resalta es el valor de pH, porque es ligeramente superior a 7, cuando en el agua de lluvia debe ser menor, tal como es el caso de las muestras captadas por PETA-UCV y Agudelo & Aguilar. Vale destacar que el pH es uno de los parámetros que requieren mucho cuidado en su determinación por la calibración adecuada de los equipos, pero además debe ser realizado en sitio, cosa que no sucedió en esta captación, ya que las muestras fueron trasladas desde Petare a Montalbán para realizar todos los análisis, con excepción del cloro residual.

Con relación a los componentes relacionados con la calidad bacteriológica: coliformes y heterótrofos aerobios, se observa alta presencia de coliformes totales, más no fecales, así como heterótrofos aerobios, teniendo un comportamiento similar a lo presentado por Agudelo & Aguilar; indicando la necesidad de realizar un proceso de desinfección al agua de lluvia.

Punto de muestreo 2: Tanque N°4

En el Laboratorio LABSAM UCAB se obtuvieron los valores cuando comienza el tratamiento del agua, los cuales fueron captados en el punto de muestreo 2, identificado como "Tanque N°4." (Anexo 47 y 48). También se procedió a compararlos con el estudio previo realizado por PETA UCV. Lo primero que destaca es el incremento correspondiente a la conductividad específica, así como en los cloruros y sulfatos, con respecto al punto de separador de primeras aguas. También que son valores mayores a los que se obtuvieron en el análisis de PETA-UCV, inclusive superiores a los reportados por Agudelo & Aguilar para agua tratada. Este comportamiento indica que el agua de lluvia contenida en el tanque de separador de primeras aguas, es bastante diferente a la captada en el Tanque N° 4, lo que hace suponer que había agua de otra fuente en ese tanque, lo que es totalmente posible, porque el sistema se usa con otra fuente de agua cuando no hay lluvias, o que la adición de cloro allí esta proporcionando ese cambio en los constituyentes. Vale destacar, tal como se observa en la Tabla, que cuando captó agua la PETA UCV, no había cloro residual en el Tanque N° 4.

Al comparar los valores analizados por LABSAM UCAB, correspondientes a conductividad específica, alcalinidad, dureza total y cloruros, se identificó que poseen mayores concentraciones que los obtenidos por PETA UCV; caso contrario a los sulfatos, nitrato, nitritos y potasio, cuyas concentraciones son semejantes en ambos estudios; lo que pareciera indicar que pudiese ser el cloro que se le está agregando allí, que no se identificó ciertamente su origen, el compuesto que esta agregando algunos constituyentes en el agua de lluvia almacenada

El otro aspecto a destacar es que aún cuando se encuentra un residual de cloro libre de 2 mg/l, pareciera que no ha tenido el tiempo de contacto suficiente para que ocurra la desinfección, pues sigue siendo alto el valor de coliformes totales, aunque disminuye un poco los heterótrofos aerobios.

Punto de muestreo 3: Salida grifo - Fermín Toro

En el Laboratorio LABSAM UCAB se obtuvieron los valores de los componentes del agua tratada (Anexo 49), los cuales fueron captados en el punto de muestreo 3, identificado como "Salida grifo - Fermín Toro" (Anexo 50). Nuevamente se procedió a analizarlos y compararlos con los estudios previos realizados por Agudelo & Aguilar y PETA UCV, para luego identificar aquellos que no cumplen con las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, Gaceta Oficial Nº36395 del 13/02/1998.

Se sigue observando el comportamiento similar de las diferencias, pero los parámetros relativos a la calidad organoléptica, así como los componentes inorgánicos cumplen con las normas de agua potable establecidos en la Gaceta 36.395. Desde el punto de vista de la calidad bacteriológica, aunque el agua esta ausente de coliformes fecales, presenta 9,2 NMP/100 ml, que da cuenta de que después del tanque N° 4 disminuyeron estos coliformes, |seguramente por el tiempo de contacto, pero por su parte, indica la necesidad de tener pastillas en los cloradores flotantes de los tanques elevados.

Hay que recordar que después del tanque N° 4 hay una operación de filtración, donde es posible que el cloro reaccione con posibles constituyentes acumulados en el filtro (materia orgánica y hierro), y además puede haber pérdida en los tanques elevados, razones por la cual es totalmente explicable que no se haya detectado cloro residual libre en este punto de captación y como consecuencia de ello la calidad bacteriológicas en términos de los coliformes totales no sea la deseable; aunque atendiendo a la normativa se cumplen con los valores de

coliformes fecales (no hay) y que los heterótrofos aerobios deben ser menores a 100 UFC/100 ml.

En función de los resultados obtenidos, se puede afirmar que el agua tratada no es totalmente apta para el consumo humano, debido a la presencia de coliformes totales. Sin embargo, y tal como se demostró en el estudio de la PETA_UCV, si se siguen las indicaciones y practicas operacionales concebidas en el sistema, efectivamente la calidad del agua sería adecuada para el consumo humano, previo ajuste del pH a los valores presentados por la Norma.

Es importante destacar y retomar el uso de los dosificadores de cloro en los tanques elevados para cumpla totalmente con la calidad bacteriológica según Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, Gaceta Oficial Nº 36395 del 13/02/1998. También hay que considerar el ajuste del pH, que pudiese solventarse colocando piedra caliza en los filtros de nasa.

Comprobación del nivel de empoderamiento de los usuarios del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia

En este contexto, es fundamental reconocer el papel transformador que puede tener el empoderamiento. A través de la sensibilización, la capacitación y el conocimiento técnico, los miembros de la comunidad pueden convertirse en agentes activos en el desarrollo y gestión de sus propias soluciones. En este sentido, el presente apartado busca explorar cómo el sistema Lata de Agua no solo se basa en la operación de diversos componentes, sino también en la participación activa y empoderada de los operadores, los adultos y los estudiantes que resultan beneficiados por su implementación.

Operador primario y secundario de Lata de Agua

El sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia involucra la participación de 3 operadores. En la etapa de captación, los operadores secundarios A y B se encargan de mantener y supervisar el área de captación, incluyendo los filtros de nasa. En la etapa de conducción, el operador primario garantiza el flujo adecuado del agua supervisando el filtro de hojas, mientras que los operadores secundarios A y B asisten en el mantenimiento de la red de conducción. En cuanto al almacenamiento, el operador primario se encarga de supervisar los Tanques N°1, 2, 3, 4 y el elevado correspondiente a su institución, mientras que los operadores

secundarios A y B realizan tareas de inspección y mantenimiento solo a los tanques elevados que le corresponden, respectivamente. En la etapa de filtración, el operador primario tiene el deber de supervisar y mantener el filtro desbarrador para garantizar la eliminación de impurezas. Asimismo, es responsable del bombeo del agua hacia cada unos de los tanques elevados, y finalmente, en la etapa de desinfección, los operadores primarios, secundario A y B se encargan individualmente de incluir las pastillas de cloro al dosificador de su tanque correspondiente. La colaboración y experiencia de estos operadores son esenciales para garantizar el funcionamiento eficiente y el uso adecuado del agua de lluvia captada.

Por tal motivo, se llevó a cabo una entrevista estructurada y se procesó con una lista de cotejo para evaluar la operación y mantenimiento del sistema y verificar si los operadores conocen la frecuencia, la manera y el propósito de las actividades que realizan en cada etapa del proceso, con el fin de evaluar su nivel de empoderamiento, en cuanto al conocimiento técnico y la buena ejecución de las actividades.

Operador primario.

En la tabla 11 se muestra la lista de cotejo con base en la entrevista realizada al operador primario del colegio Fermín Toro, presentada en el Anexo 7. La X representa que no fue adecuada su respuesta y el OK que sí correspondía a lo descrito en el Manual.

Tabla 11
Lista de verificación mantenimiento/operación y análisis porcentual del operador primario

N°	Elementos	Frecuencia	Manera	Propósito	% de acierto
1	Inspección y limpieza de filtro de hojas	X	OK	OK	67%
2	Vaciado completo de separadores de primeras aguas	X	OK	OK	67%
3	Inspección y limpieza de separadores de primeras aguas	X	OK	OK	67%
4	Revisión del flotante interno del separador de primeras aguas.	X	X	X	0%
5	Número de los primeros aguaceros cuya agua no debe ser recolectada	-	OK	OK	100%
6	Limpieza y vaciado de los tanques de almacenamiento.	X	OK	OK	67%

7	Limpieza y destrabe de la válvula de succión y el filtro de maraca de los tanques de almacenamiento.	X	X	X	0%
8	Limpieza del reductor de turbulencia.	*	*	*	*
9	Limpieza del prefiltro “Y”	OK	OK	X	67%
10	Operación de la bomba.	-	-	OK	100%
11	Limpieza del filtro desbarrador.	X	X	OK	33%
12	Material filtrante del desbarrador.	X	X	X	0%
13	Limpieza de los tanques elevados.	X	OK	OK	67%
14	Válvula flotante de los tanques elevados.	X	X	X	0%
15	Inspección y procedimiento para incluir el cloro.	X	X	OK	33%
16	Inspección del ecofiltro.	OK	X	OK	67%
		15%	50%	67%	49%

Nota. Elaboración propia.
El (-) No Aplica y (*) No existe.

Efectividad en la ejecución de los elementos del sistema.

Al analizar cada elemento en particular, se puede observar que algunos tienen un porcentaje de acierto del 100%, como "Número de los primeros aguaceros cuya agua no debe ser recolectada" y "Operación de la bomba". Esto indica que los procedimientos relacionados a dichas etapas se están llevando a cabo de manera efectiva por parte del operador encargado.

En contraparte, hay elementos que tienen un porcentaje de acierto del 0%, como "Revisión del flotante interno del separador de primeras aguas", "Limpieza y destrabe de la válvula de succión y el filtro de maraca de los tanques de almacenamiento", "Material filtrante del desbarrador" y "Válvula flotante de los tanques elevados". Esto significa que se requiere indicar que estas actividades son imprescindibles para el correcto funcionamiento del sistema.

Además, hay actividades que tienen un porcentaje de acierto del 67%, como "Inspección y limpieza de filtro de hojas", "Vaciado completo de separadores de primeras aguas", "Inspección y limpieza de separadores de primeras aguas", "Limpieza y vaciado de los tanques de almacenamiento", "Limpieza del prefiltro “Y”", "Limpieza de los tanques elevados" e "Inspección del ecofiltro". En estas se tiene un desempeño aceptable y se requiere de un refuerzo menor para optimizar al máximo el rendimiento.

Por último, hay actividades que tienen un porcentaje de acierto del 33%, como "Limpieza del filtro desbarrador" e "Inspección y procedimiento para incluir el cloro", y solo una que no tiene un porcentaje de acierto definido, correspondiente a "Limpieza del reductor de turbulencia", porque está indicada en el manual, pero no se encuentra aplicada en la implantación actualmente. Estas tareas tienen un desempeño bajo, por lo cual es necesario una capacitación sobre la manera correcta y el tiempo indicado para llevarlas a cabo.

Dominio de los aspectos: frecuencia, manera y propósito.

Ahora bien, al analizar los resultados en forma global de los aspectos evaluados por cada fase de la operación y el mantenimiento del sistema, correspondientes al operador primario, se puede observar que lo que mejor domina el operador es el conocimiento del propósito de la actividad, con un 67% de aciertos; pero en lo que respecta a la forma de hacerlo y la frecuencia, el acierto es muy bajo, 50 y 15% respectivamente, lo cual demuestra que la ejecución de las actividades no se corresponde a lo indicado en el manual, y por tanto se puede inferir que no hay un empoderamiento importante.

Operador secundario A.

En la tabla 12 se muestra la lista de cotejo con base en la entrevista realizada al operador secundario del Ambulatorio Las Casitas, presentada en el Anexo 8. La X representa que no fue adecuada su respuesta y el OK que si correspondía a lo descrito en el Manual.

Tabla 12
Lista de verificación mantenimiento/operación y análisis porcentual del operador secundario A

N°	Elementos	Frecuencia	Manera	Propósito	% de acierto
1	Limpieza de los techos	OK	OK	OK	100%
2	Limpieza del filtro de Nasa	OK	X	OK	67%
3	Limpieza de los canales y bajantes	X	X	OK	33%
4	Limpieza de los tanques elevados.	X	OK	OK	67%
5	Válvula flotante de los tanques elevados.	X	OK	X	33%
6	Inspección y procedimiento para incluir el cloro.	X	OK	OK	67%

7	Inspección del ecofiltro.	X	X	OK	33%
		29%	57%	86%	57%

Nota. Elaboración propia.

Efectividad en la ejecución de los elementos del sistema.

Los resultados muestran que la actividad de "Limpieza de los techos" es la más efectiva, con un porcentaje de acierto del 100%, lo que sugiere que el operador A la lleva a cabo adecuadamente, con la frecuencia correspondiente y conoce el por qué de su importancia.

Mientras tanto, también se encuentran "Limpieza del filtro de Nasa", "Limpieza de los tanques elevados" e "Inspección y procedimiento para incluir el cloro", con un alto porcentaje de acierto, representado con un 67%, lo que se traduce en un nivel aceptable de entendimiento para cada una de dichas etapas, por parte del operador A, que debe ser reforzado para un óptimo resultado. Sin embargo, los elementos "Limpieza de los canales y bajantes", "Válvula flotante de los tanques elevados" e "Inspección del ecofiltro" presentan un porcentaje de acierto del 33%, lo que sugiere que puede haber problemas o errores en su ejecución que pueden afectar la efectividad del sistema.

Dominio de los aspectos: frecuencia, manera y propósito.

Ahora bien, al analizar los resultados en forma global de los aspectos evaluados por cada fase de la operación y el mantenimiento del sistema, correspondientes al operador secundario A, se puede observar que lo que mejor domina el operador es el conocimiento del propósito de la actividad, con un 86% de aciertos; pero en lo que respecta a la forma de hacerlo y la frecuencia, el acierto es más bajo, 57 y 29%, respectivamente, lo cual coincide con el caso anterior e indica que la ejecución de las actividades no se corresponde a lo establecido en el manual, y por tanto se puede inferir que no hay un empoderamiento importante.

Operador secundario B.

En la tabla 13 se muestra la lista de cotejo con base en la entrevista realizada al operador secundario del colegio Pedro Camejo, presentada en el Anexo 8. La X representa que no fue adecuada su respuesta y el OK que si correspondía a lo descrito en el Manual.

Tabla 13

Lista de verificación mantenimiento/operación y análisis porcentual del operador secundario B

N°	Elementos	Frecuencia	Manera	Propósito	% de acierto
1	Limpieza de los techos	OK	OK	OK	100%
2	Limpieza del filtro de Nasa	OK	OK	OK	100%
3	Limpieza de los canales y bajantes	X	X	OK	33%
4	Limpieza de los tanques elevados.	X	OK	OK	67%
5	Válvula flotante de los tanques elevados.	X	X	OK	33%
6	Inspección y procedimiento para incluir el cloro.	X	OK	OK	67%
7	Inspección del ecofiltro.	X	X	X	0%
		29%	57%	86%	57%

Nota. Elaboración propia.

Efectividad en la ejecución de los elementos del sistema.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede observar que la mayoría de las actividades evaluadas obtuvieron un alto porcentaje de acierto en su realización por parte del operador B. Tanto "Limpieza de los techos" como "Limpieza del filtro de Nasa" obtuvieron una tasa del 100%, lo cual sugiere que estos procedimientos están siendo llevados a cabo de manera adecuada y efectiva, con un claro entendimiento de su relevancia dentro del sistema.

En cuanto a "Limpieza de los tanques elevados " e "Inspección y procedimiento para incluir el cloro", se observa una tasa de acierto del 67%, lo cual refleja que son procedimientos efectuados de forma correcta por parte del operador B, pero no con la frecuencia adecuada.

Por otro lado, se puede apreciar que "Limpieza de los canales y bajantes" y "Válvula flotante de los tanques elevados", tuvieron una tasa de acierto del 33%, lo que indica que es necesario reforzar la capacitación sobre la manera y frecuencia correcta de cubrir estas etapas. Asimismo, "Inspección del ecofiltro" tuvo un acierto nulo, lo que resalta la misma necesidad, pero incluyendo también el porqué de su importancia.

Dominio de los aspectos: frecuencia, manera y propósito.

Ahora bien, al analizar los resultados de los aspectos evaluados por cada fase de la operación y el mantenimiento del sistema, correspondientes al operador secundario B, se

puede observar que se cumple exactamente el mismo patrón que el operador A (frecuencia 29%, manera 57% y propósito 86%), a pesar de tener diferencias en cuanto a la distribución de sus respuestas, lo cual coincide con el caso anterior y refleja que no hay un empoderamiento importante.

Empoderamiento de todos los operadores.

Se destaca que el promedio de acierto general del operador primario y los operadores secundarios A y B, en cuanto a la correcta labor de mantenimiento y operación del sistema, es del 49%, 57% y 57%, se resalta que la deficiencia principal se encuentra en la frecuencia y la manera de llevar a cabo los requerimientos y por tanto se puede inferir que no hay un empoderamiento importante y por ello debe ser reforzado el entrenamiento de sus actividades.

Adultos beneficiados por Lata de Agua

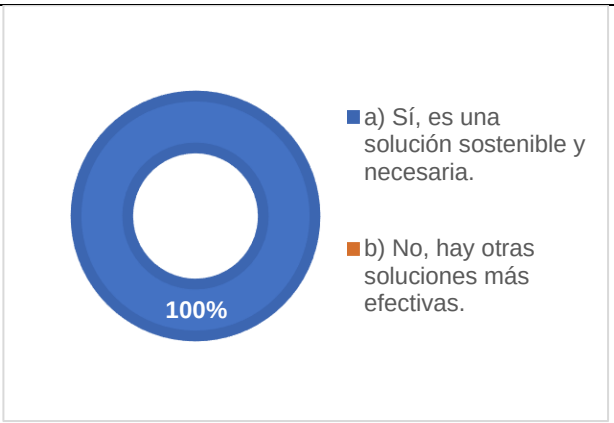
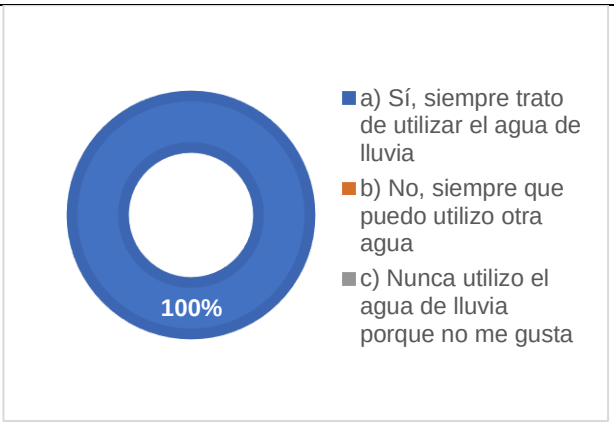
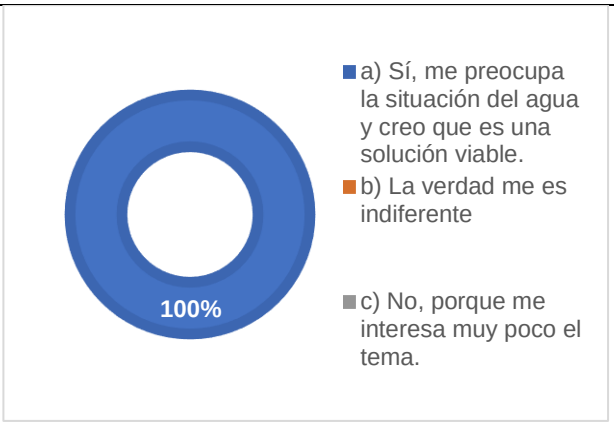
Para analizar el empoderamiento en los adultos que disfrutan del sistema lata de agua y medir la importancia que le dan a su uso, con el fin de identificar si son agentes multiplicadores, se debe aclarar que el número de personas que asiste realmente en condiciones atípicas es 25, pero se debe excluir de esta categoría a los tres (3) operadores antes mencionados, quedando 22 adultos. De esta forma, se procede a calcular la dimensión de la muestra, considerando que, cuando se conoce el tamaño de la población, se debe aplicar la ecuación 1:

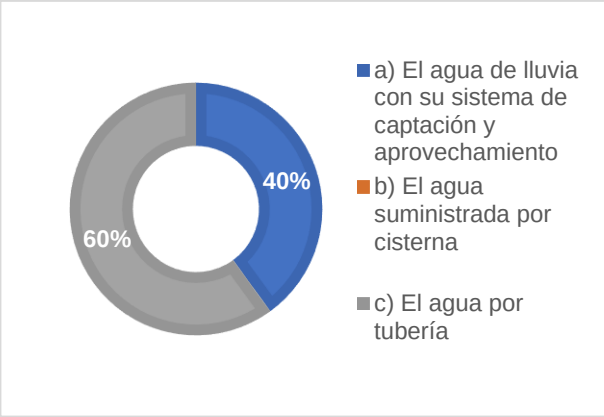
N= 22 (Tamaño de la población)
z = 1.96 (Nivel de confianza)
p = 0.05 (Probabilidad de éxito esperada)
q= 0.95 (Probabilidad de fracaso)
d= 0.05 (precisión en términos de proporción)- Definido por el diseño

Dando como resultado **n = 5 adultos.** Por tal motivo, esta es la cantidad de usuarios a quienes se aplicó la encuesta correspondiente al análisis de este apartado, presentadas en las siguientes tablas, desde la tabla 14 a la 16 que se subdividen en 3 categorías respectivamente según el nivel de empoderamiento como lo son; sensibilización, conocimiento técnico y capacidad multiplicadora.

Tabla 14

Opinión de los adultos para medir el nivel de sensibilización

Pregunta 1	¿Considera que es importante utilizar sistemas de recolección de agua de lluvia en áreas donde hay escasez de agua?	
Pregunta 4	¿Utilizas el agua de lluvia en las actividades cotidianas siempre que es posible?	
Pregunta 6	¿Te sientes satisfecho (a) y hasta orgulloso (a) con el uso de agua de lluvia?	

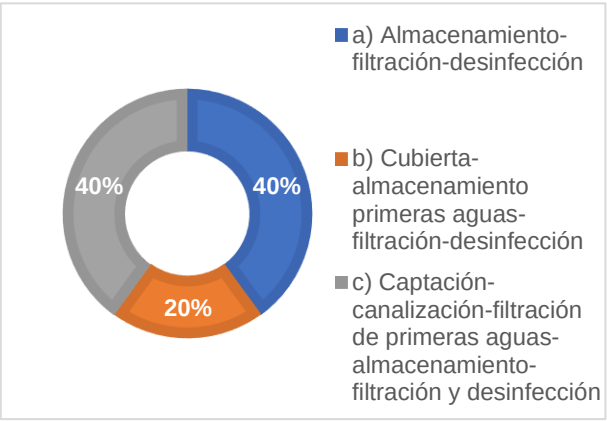
Pregunta 8	Si pudiera escoger el sistema de suministro de agua para la institución donde trabaja, preferiría:	

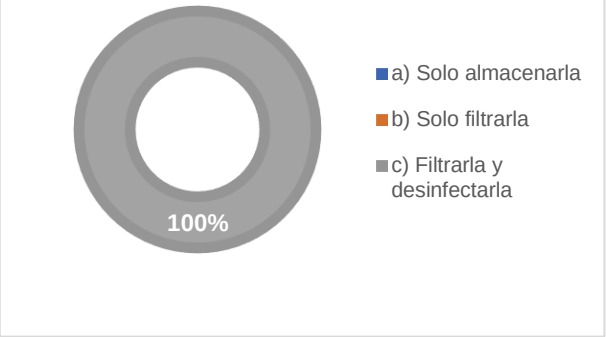
Nota. Elaboración propia.

En términos de sensibilización, respecto a los adultos beneficiados por el sistema, se observa una respuesta positiva de 85%, considerando los siguientes aspectos: la importancia del agua de lluvia en sus actividades diarias, la frecuencia de su uso, el nivel de orgullo y satisfacción que experimentan al utilizarla, y su preferencia por esta alternativa en comparación con las soluciones convencionales. Dichos resultados demuestran que la implementación del sistema en las instituciones ha tenido un impacto positivo, al generar un cambio de actitud y comportamiento en los usuarios beneficiados, tomando en cuenta que han incorporado el uso del agua de lluvia como una práctica habitual y han reconocido su valor y beneficios en términos de sostenibilidad y cuidado del medio ambiente, aunque la mayoría usa el agua de lluvia solo porque reconoce su necesidad, pero prefieren el suministro por tubería.

Tabla 15

Opinión de los adultos para medir el nivel de conocimiento técnico

Pregunta 2	Los elementos o componentes principales que tiene el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia de Lata de agua son:	

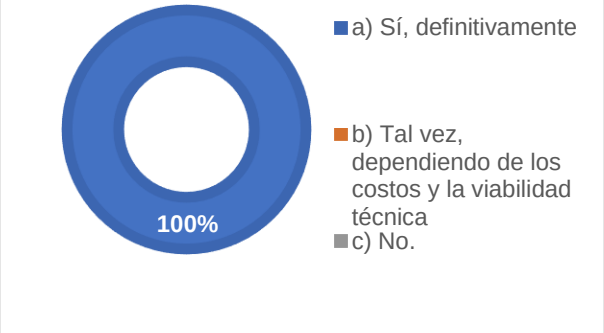
Pregunta 5	Utilizar el agua de lluvia para el consumo humano requiere:	

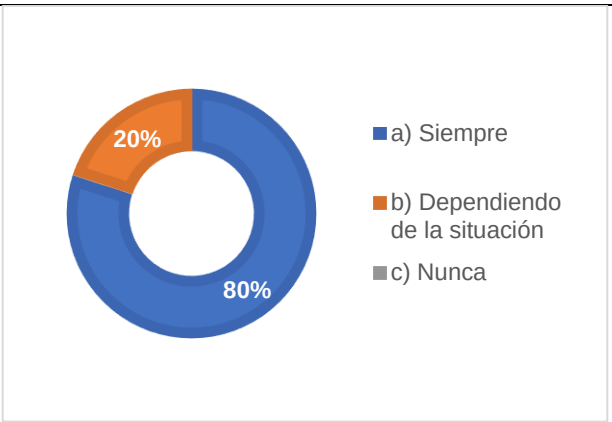
Nota. Elaboración propia.

En términos de conocimiento técnico se observa una respuesta positiva de 70%, considerando los siguientes aspectos: la estructura del sistema y el proceso de tratamiento del agua de lluvia. Esto es un buen indicador del éxito del programa de capacitación. Sin embargo, es importante seguir trabajando para mejorar la comprensión de todas las personas involucradas y garantizar que se utilice de manera segura y efectiva para el beneficio de la comunidad.

Tabla 16

Opinión de los adultos para medir la capacidad multiplicadora

Pregunta 3	Con base en la experiencia obtenida con el proyecto Lata de Agua ¿Estarías dispuesto a implementar un sistema de recolección de agua de lluvia en tu hogar?	

Pregunta 7	Con base en la experiencia obtenida con el proyecto Lata de Agua, ¿recomendaría a familiares y amigos implementar un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia?	

Nota. Elaboración propia.

En términos de capacidad multiplicadora, respecto a los adultos beneficiados por el sistema, se observa una respuesta positiva del 90%, considerando los siguientes aspectos: disposición de implementar el sistema en sus hogares y de recomendarlo a familiares y amigos. Esto representa un indicativo alentador, lo que significa que se conoce la importancia de la utilización de sistemas de abastecimiento sostenibles, lo cual se traduce en una actitud de difusión por parte de los usuarios, que permite lograr una mayor aceptación y adopción del sistema dentro de la comunidad. Sin embargo, se ratifica la concepción del agua de lluvia como un elemento complementario para satisfacer sus necesidades de consumo.

Jóvenes de 4to, 5to y 6to grado beneficiados por Lata de Agua

Para analizar el empoderamiento de los jóvenes de 4to a 6to grado se debe aclarar que el número de alumnos que asiste en condiciones atípicas es de 84. Igualmente, para calcular la dimensión de la muestra, se debe aplicar la ecuación 1, con los siguientes datos:

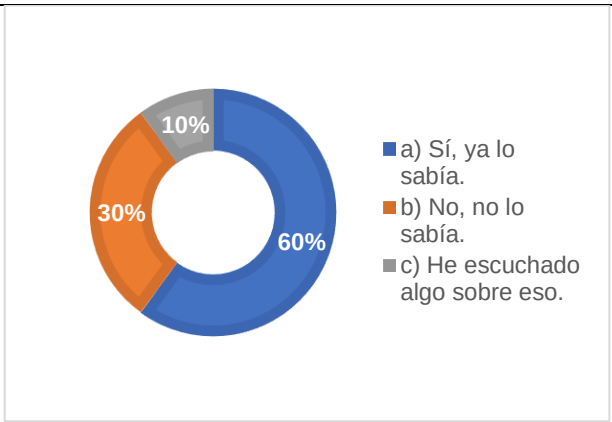
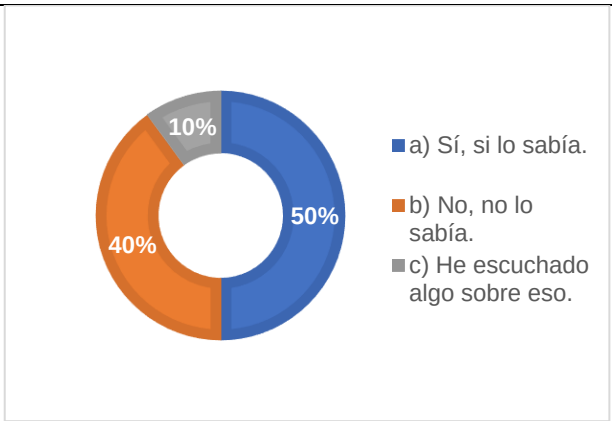
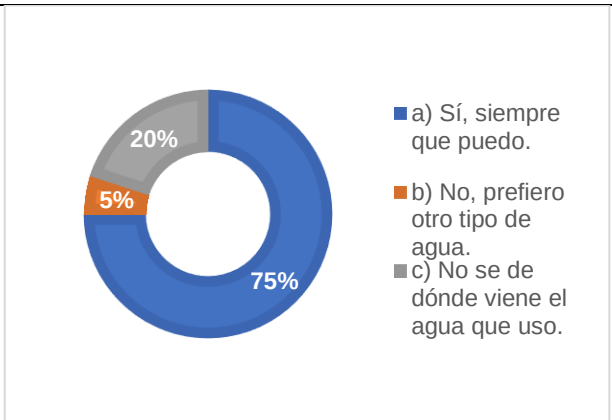
N = 84 (Tamaño de la población)
z = 1,96 (Nivel de confianza)
p = 0,05 (Probabilidad de éxito esperada)
q = 0,95 (Probabilidad de fracaso)
d = 0,05 (precisión en términos de proporción)- Definido por el diseño

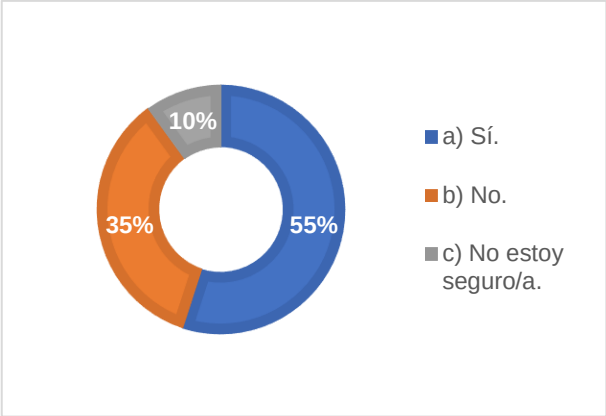
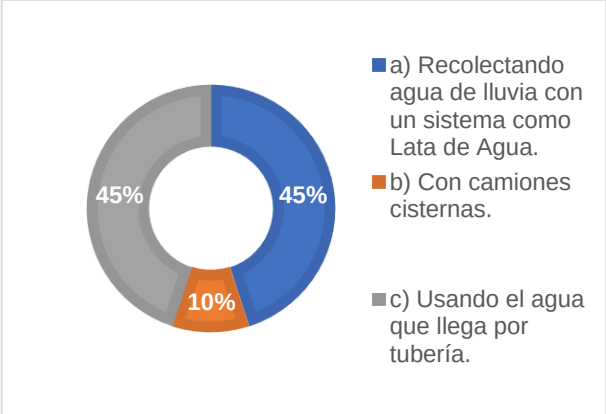
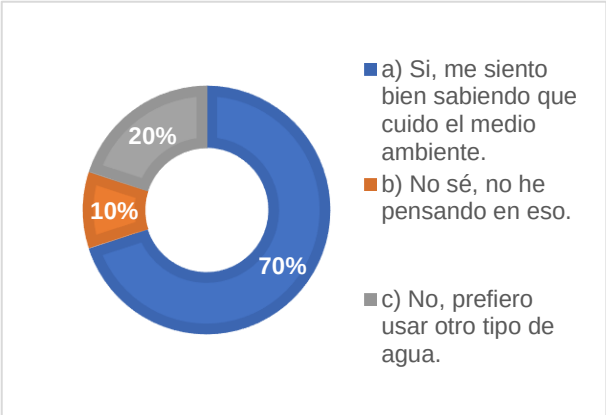
Dando como resultado **n= 20 alumnos.** Por tal motivo, esta es la cantidad de usuarios a quienes se aplicó la encuesta correspondiente al análisis de este apartado, la cual abarca las preguntas presentadas en las siguientes tablas, desde la tabla 17 a la 19 que se subdividen en

3 categorías respectivamente según el nivel de empoderamiento como lo son; sensibilización, conocimiento técnico y capacidad multiplicadora.

Tabla 17

Opinión de los jóvenes para medir el nivel de sensibilización

Pregunta 1	¿Sabías que existen sistemas que permiten usar el agua de lluvia?	
Pregunta 2	¿Sabías que en tu colegio se desarrolló el proyecto Lata de Agua?	
Pregunta 3	¿Usas el agua de lluvia en tus actividades diarias cuando es posible?	

Pregunta 5	¿En tu casa hay un sistema para recolectar agua de lluvia?	
Pregunta 6	¿Cuál crees que es la mejor forma de obtener agua para tu escuela?	
Pregunta 7	¿Te sientes orgulloso/a de usar agua de lluvia en lugar de otros tipos de agua?	

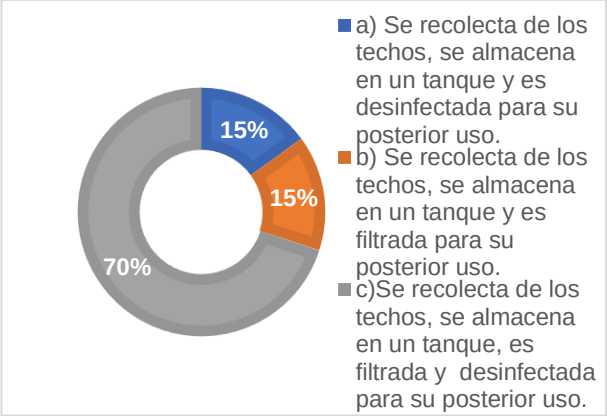
Nota. Elaboración propia.

En relación a la sensibilización de los jóvenes beneficiarios del sistema, se observa una respuesta positiva del 59%, considerando los siguientes aspectos: existencia de sistemas que permiten aprovechar el agua de lluvia, la frecuencia de su uso, el nivel de orgullo y satisfacción que experimentan al utilizarla, y su preferencia por esta alternativa en comparación con las

soluciones convencionales. Estos resultados demuestran de manera concluyente que la implementación del sistema en las instituciones ha logrado generar un cambio positivo en la actitud y el comportamiento de los usuarios beneficiados. Es importante destacar que han adoptado el uso del agua de lluvia como una práctica habitual y han reconocido su valor y beneficios en términos de sostenibilidad y cuidado del medio ambiente. No obstante, se reafirma la noción de que el agua de lluvia es considerada como recurso suplementario para satisfacer las necesidades de consumo.

Tabla 18

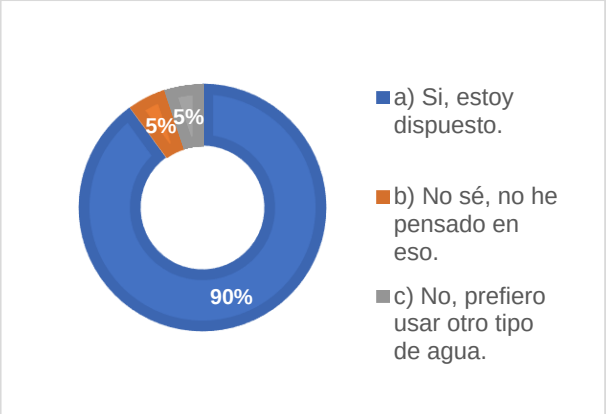
Opinión de los jóvenes para medir el nivel de conocimiento técnico

Pregunta 4	El agua de lluvia que se recolecta en el proyecto Lata de Agua:	

Nota. Elaboración propia.

En términos de conocimiento técnico, respecto a los jóvenes beneficiados por el sistema, se observa una respuesta positiva de 70%, considerando el aspecto del proceso de tratamiento del agua de lluvia. Esto es un buen indicador del éxito del programa de capacitación. Sin embargo, es importante seguir trabajando para mejorar la comprensión de todas las personas involucradas y garantizar que se utilice de manera segura y efectiva para el beneficio de la comunidad.

Tabla 19
Opinión de los jóvenes para medir la capacidad multiplicadora

Pregunta 8	¿Ayudarías a construir sistemas de cosecha de agua de lluvia en tu casa o en la de tus familiares?	

Nota. Elaboración propia.

En términos de capacidad multiplicadora, respecto a los jóvenes beneficiados por el sistema, se observa una respuesta positiva de 90% en ambos casos, considerando el aspecto de recomendarlo a familiares y amigos. Esto representa un indicativo alentador, ya que significa que se conoce la importancia de la utilización de sistemas de abastecimiento sostenibles, lo cual se traduce en una actitud de difusión por parte de los usuarios, que permite lograr una mayor aceptación y adopción del sistema en la comunidad en general.

Niños de 3er grado y niveles inferiores beneficiados por Lata de Agua

Para evaluar el empoderamiento de los alumnos de 3er grado a preescolar que asisten a las instituciones, se llevó a cabo una obra de teatro que buscaba representar los procesos del sistema Lata de Agua de una manera lúdica, que incluía preguntas a los niños, con el fin de identificar su nivel de conciencia sobre el tema y determinar si pueden influir positivamente en otros usuarios durante las actividades relacionadas con la implementación del sistema. Para ello, se debe tener en cuenta que hay 161 alumnos que asisten en condiciones atípicas, tomados como base para calcular el tamaño de la muestra. Una vez conocida la magnitud de la población, se aplicó la ecuación 1, con los datos siguientes:

N= 161 (Tamaño de la población)
z = 1,96 (Nivel de confianza)
p = 0,05 (Probabilidad de éxito esperada)

q = 0,95 (Probabilidad de fracaso)

d = 0,05 (precisión en términos de proporción)- Definido por el diseño

Dando como resultado **n = 38 alumnos.** Por tal motivo, esta es la cantidad de usuarios a quienes se presentó la obra de teatro correspondiente al análisis de este apartado.

Se agregó una valoración numérica (Tabla 20) a los tipos de respuestas dadas por los participantes. En primer lugar, todas las respuestas que estuvieran dentro del contexto de la obra y que tuvieran que ver directamente con ella se consideraron correctas y se valoraron con 2 puntos. En segundo lugar, se valoró con 1 punto a todas las respuestas que estuvieran relacionadas, pero que no están del todo correctas por el contexto del tema. En tercer lugar, a todos los participantes a los que se les preguntó, pero decidieron no responder o simplemente dieron una respuesta incorrecta, se les valoró con 0 puntos.

Tabla 20

Escala de puntuación en función de la característica de la respuesta dada por el niño

Característica	Valor
Respuesta acertada	2 puntos
Respuesta relacionada	1 punto
Sin respuesta	0 puntos

Nota. Elaboración propia.

Por consiguiente, a medida que la obra de teatro se fue desarrollando, se realizó una distribución de puntuación. Se llevó a cabo el conteo de las personas, en función de su respuesta y se clasificó el procedimiento por cada uno de los actos (ver Tabla 21). A continuación, se presenta un ejemplo en la obtención de los puntos acumulados: durante la presentación de Gotita de Lluvia, se hizo la pregunta "¿De dónde viene Gotita?" y la respuesta esperada era "de las nubes". Se registró la participación de los alumnos y se les incentivó a dar su opinión. En el primer acto, se obtuvieron 19 respuestas correctas, lo que equivale a 38 puntos, 9 respuestas relacionadas, que equivalen a 9 puntos y 10 respuestas incorrectas o sin respuesta, lo que equivale a 0 puntos; por lo cual el resultado acumulativo fue de 47 puntos. Es importante tomar en cuenta que la puntuación máxima que se puede obtener es de 38 respuestas correctas, lo que equivale a 76 puntos; razón por la cual el porcentaje de acierto es del 62%, aproximadamente.

Tabla 21

Distribución de la puntuación por acto

Acto	Preguntas	Respuesta	Respuestas acertadas	Respuestas relacionadas	Sin respuesta o errada	Puntos acumulados	% de acierto
Presentación: Gotita de lluvia	¿De dónde viene gotita?	Nubes	19	9	10	47	61,8%
Captación: Amigo Tejado	¿A dónde va gotita después de caer del cielo?	Tejado/Techo de la casa, del colegio	2	21	15	25	32,9%
Conducción: Señor Canal	¿Qué pasa con gotita después de caer sobre la superficie de Amigo Tejado?	Pasa por el canal para ser trasladado	8	5	25	21	27,6%
Almacenamiento: Don Tanque	¿A dónde se dirige gotita después de pasar por el señor Canal?	Llega al tanque, donde se guarda para su posterior uso	5	14	18	24	31,6%
Filtración: Doctor Filtro	¿De qué forma ayuda doctor filtro a gotita?	Reteniendo el paso de los sucios en el agua	2	6	30	10	13,2%
Bombeo: Doña Bomba	¿Cuál es el trabajo de doña bomba?	Trasladar el agua de los tanques principales a los elevado, para permitir el flujo por gravedad	5	10	23	20	26,3%

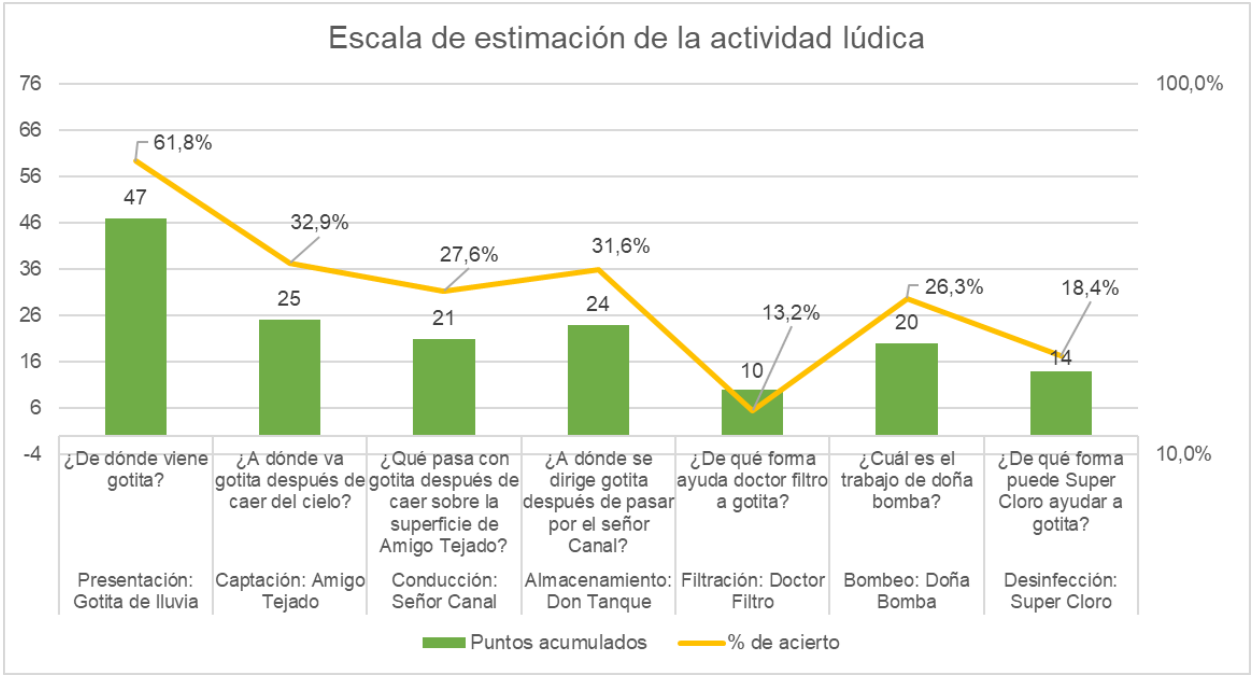
Desinfección: Super Cloro	¿De qué forma puede Super Cloro ayudar a gotita?	Eliminando las bacterias invisibles que están dentro de su cuerpo	3	8	27	14	18,4%

Nota. Elaboración propia.

Con miras a tener una mejor representación de estos resultados se realizó la gráfica presentada en la figura 7

Figura 8

Escala de estimación de la actividad lúdica



Nota. Esta figura muestra los puntos acumulados y el porcentaje de acierto.
Fuente: Elaboración propia.

A partir de los resultados obtenidos en las diferentes etapas de la actividad, se presenta el siguiente análisis:

- Los porcentajes de acierto fueron en general bajos, menores del 40% en la mayoría de las preguntas. Esto indica que los estudiantes no dominan las diferentes etapas del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia.
- Los porcentajes más bajos se obtuvieron en las etapas de "Limpieza: Doctor Filtro" y "Desinfección: Super Cloro", lo que sugiere que estos aspectos del tratamiento del agua son los menos comprendidos por los estudiantes.
- Los puntajes más altos se obtuvieron en las primeras etapas del sistema, lo que podría indicar que los conceptos iniciales como la precipitación y la captación del agua de lluvia son más claros para los estudiantes, mientras que las etapas posteriores de tratamiento y distribución son más confusas.
- En términos generales, no se puede decir que hay empoderamiento en esta población de estudiantes, porque se refleja que el conocimiento del sistema de aprovechamiento del agua de lluvia es muy bajo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Verificación de la cantidad de agua que provee el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia a los usuarios.

- Para el caso de la capacidad máxima en las instituciones (449 personas) con una dotación prevista en el proyecto de 20 L/persona y con las estimaciones de las precipitaciones, el sistema Lata de Agua puede satisfacer en un 36% los requerimientos de agua en período lluvioso y 9% en sequía, funcionando efectivamente según su concepción de sistema complementario de suministro de agua.

- Para el caso de la capacidad máxima en las instituciones (449 personas) con un consumo medido de 5,1 L/persona-d y con las estimaciones de las precipitaciones, el sistema Lata de Agua puede satisfacer en un 100% los requerimientos de agua en período lluvioso y 44% en sequía, funcionando seis meses al año como sistema completo para el suministro de agua.

- Se verifica que el sistema provee un aporte superior al 14% establecido en la memoria descriptiva del proyecto, excepto en el caso de máxima capacidad en las instituciones con una dotación de 20 L/persona-d en el período de los cinco meses de sequía, pero puede ser un sistema de suministro de agua único durante seis meses del período lluvioso, si el consumo se mantiene en 5,1 L/persona-d.

- Para el caso de la asistencia actual (270 personas) con un consumo de 5,1 L/persona-d y con las estimaciones de las precipitaciones, el sistema Lata de Agua puede satisfacer el 100% de los requerimientos de agua durante los siete meses del periodo lluvioso y 62% durante los cinco meses de sequía, constituyéndose en un sistema único de suministro de agua en una parte del año y complementario en la otra.

Comprobación de los requerimientos básicos de calidad de agua potable en los diferentes puntos de muestreo

- El agua almacenada en el sistema de Lata de agua, en ocasiones puede tener una calidad un poco diferente a la típica de agua de lluvia, debido a la utilización de cloro en el Tanque N˚ 4 y las posibles mezclas con agua proveniente de otra fuente de abastecimiento.

- El agua producida por el sistema Lata de Agua, no puede ser considerada totalmente apta para el consumo humano, de acuerdo a los valores establecidos por las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, Gaceta Oficial Nº 36395 del 13/02/1998, ya que en algunas oportunidades no cumple con los valores de coliformes totales, pH y cloro residual libre.

- Se ha comprobado que si se maneja el sistema Lata de Agua tal cual fue concebido, se garantiza el cumplimiento de los requerimientos básicos de la calidad del agua potable para el uso que se le da en las diferentes instituciones.

Comprobación del nivel de empoderamiento de los usuarios del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia

- El personal encargado de la operación y el mantenimiento del sistema cumplen en un 54%, aproximadamente, con los aspectos necesarios para su correcto funcionamiento. Por tanto, se observa una falta de empoderamiento en el desempeño de los operadores.

- Respecto a los adultos beneficiados por el sistema, en términos de sensibilización, se observa una respuesta positiva del 85%, en cuanto al conocimiento técnico, un acierto del 70% y, respecto a la capacidad multiplicadora, se demuestra una disposición del 90%. Estos resultados reflejan un promedio de 82%, aproximadamente, lo cual representa un nivel aceptable en el empoderamiento de los adultos beneficiados por el sistema.

- Los jóvenes beneficiados por el sistema muestran una respuesta positiva del 59% en términos de sensibilización, un acierto del 70% en conocimiento técnico y una capacidad multiplicadora del 90% de disposición. Estos resultados reflejan un promedio

de 73%, aproximadamente, lo cual indica un nivel aceptable de empoderamiento en función de los aspectos considerados para los jóvenes beneficiados por el sistema.

- El promedio de acierto general de los niños que hacen uso del sistema, en relación a sus etapas, es del 25%, aproximadamente; lo que refleja un nivel de empoderamiento deficiente y se traduce en la falta de constancia de las actividades lúdicas y poca importancia en los proyectos de aprendizaje vinculados con el agua y educación ambiental.

Finalmente, se concluye que el aprovechamiento de agua de lluvia mediante el proyecto Lata de Agua constituye un sistema complementario de abastecimiento, que, si bien resuelve el déficit de agua, requiere del empoderamiento necesario para garantizar su correcto funcionamiento, especialmente en lo que se refiere a la calidad del agua requerida para consumo, ya que la mayoría de los usuarios reconocen su necesidad, pero prefieren el suministro del agua a través del acueducto.

Recomendaciones

Verificación de la cantidad de agua que provee el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia a los usuarios

Iniciar mediciones diarias a través de un pluviómetro en el lugar de implantación del sistema Lata de Agua, con el fin de tener una data real de las precipitaciones que ocurren en el sitio.

- Calcular el factor de corrección para la determinación de la lluvia efectiva, mediante la comparación de los valores obtenidos por el pluviómetro y del agua almacenada durante el mismo periodo evaluado.

- Identificar si el factor de corrección establecido en el proyecto para el cálculo de captación de agua de lluvia, se encuentra acorde al estimado mediante el pluviómetro.

Comprobación de los requerimientos básicos de calidad de agua potable en los diferentes puntos de muestreo

- Realizar un bypass capaz de generar reflujo en los tanques de almacenamiento principales y garantizar una dilución adecuada del componente desinfectante.

- Llevar a cabo, de forma regular, el mantenimiento en los tanques de almacenamiento elevado y hacer uso de los dosificadores de cloro flotantes, para garantizar concentraciones adecuadas de cloro residual y, de esa manera, eliminar la presencia de coliformes totales**.**

- Evaluar si colocando piedra caliza en los filtros de nasa es posible obtener el pH que establece la norma de agua potable.

- Adquirir un medidor de pH y cloro residual, para monitorear dichos parámetros frecuentemente.

Comprobación del nivel de empoderamiento de los usuarios del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia

- Implementar un seguimiento constante a los operadores, que permita identificar los factores que pueden estar afectando la ejecución de las actividades relacionadas a cada etapa del mantenimiento y operación del sistema, con el fin de tomar medidas para corregirlos de manera oportuna y garantizar un correcto funcionamiento.

- Ofrecer visitas guiadas al sistema para reforzar los conocimientos técnicos respecto a la distribución, función e importancia de sus componentes.

- Llevar a cabo actividades prácticas y demostraciones visuales que permitan ayudar a los estudiantes a comprender mejor los procesos más complejos del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia.

REFERENCIAS

Agudelo, K & Aguilar, J. (2022). C*aracterísticas físicas, químicas y microbiológicas del agua de lluvia, caso de estudio vereda agua fría del municipio de agua de dios Cundinamarca, para el diseño y montaje de un prototipo potabilizador del agua* [Tesis de pregrado, Universidad piloto de Colombia seccional del alto magdalena].

Arias, F. G. (2006). El proyecto de investigación (5.ª ed.). Editorial Episteme.

Balacio Ordoñez, D. A., & Palacio Pérez, J. L. (2011). Filtros biológicos para la potabilización del agua, posibilidades de uso de fila (Filtros lentos de arena) con agua superficial de nuestra región. Obtenido de Universidad de Cuenca: https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/751/1/ti878.pdf

Cabello, V., & Medina, J. (2017). Diseño y análisis económico de un sistema de recolección de agua de lluvia para uso doméstico. Revista de Tecnología - Journal of Technology, 16(1), 29-40. https://doi.org/10.22490/25394088.2228

Carbotecnia. (25 de Noviembre de 2021). Ósmosis Inversa. Obtenido de https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/osmosis-inversa/que-es-laosmosis-inversa-purificador/

Centro de Escritura Javeriano. (2020). Normas APA, séptima edición. Pontificia Universidad Javeriana, seccional Cali. Recuperado en: https://www2.javerianacali.edu.co/centro-escritura/recursos/manualde-normas-apa-septima-edicion#gsc.tab=0%C2%A0

Comité de Función Clave de Vinculación Comunitaria del Consorcio de las Subvenciones para la Ciencia Clínica Traslacional (2011). Principios de vinculación comunitaria. [Archivo PDF]. Recuperado en: https://www.atsdr.cdc.gov/communityengagement/pdf/Principles_Community_Engagement_2ndEdition_Spanish.pdf

Espinoza, P., Mijailova, P. y Chamy, R. (2016). *Uso seguro del agua para el reúso*. Sello editorial AIDIS

Fadare, O. O., & Okoya, A. A. (2017). Effects of roofing materials on the quality of harvested rainwater. Journal of Environmental Management, 202(Pt 1), 277-284. doi:10.1016/j.jenvman.2017.07.005

García-Robledo, E., Mendoza, G. D., & Ríos, J. P. (2017). Agua de lluvia: una alternativa para la seguridad hídrica y la mitigación del cambio climático en zonas urbanas.

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8(5), 1145-1156. doi: 10.29312/remexca.v8i5.798

Garrido-Baserba, M., Roig-Navarro, A. F., & Gabaldón-Estevan, D. (2017). Calidad del agua de lluvia en un entorno urbano: revisión bibliográfica. Revista de Ingeniería del Agua, 24(3), 233-248.

Gleick, P. H. (1993). Water in crisis: A guide to the world's fresh water resources. Oxford University Press.

González, A. M., & García, J. L. (2019). Diseño y construcción de sistemas de aprovechamiento de aguas pluviales para el abastecimiento de agua potable. Revista del Agua de América Latina, 9(1), 19-30.

Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2016). Estadística para las ciencias del comportamiento (10a. ed.). Cengage Learning.

Gutiérrez-Cánovas, C., García-Vaquero, M., & López, J. F. (2017). Calidad del agua de lluvia en un ambiente urbano y su relación con la contaminación atmosférica. Ingeniería del agua, 21(2), 101-112. Recuperado de https://doi.org/10.4995/ia.2017.7087

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis (8th ed.)*. Cengage Learning.

Hernández, Fernández, c. y Batista P. (2010). *Metodología de la Investigación*. (5ta. ed.).Sello editorial McGraw-Hill. Recuperado en: https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2020). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (7.ª ed.). McGraw Hill.

Herrera, I., & Jirón, J. (2019). Recolección de agua de lluvia en edificios de Costa Rica: Guía para el diseño e instalación. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

International Association of Plumbing and Mechanical Officials. (2018). Water efficiency and conservation: IAPMO guide to green plumbing and mechanical codes. IAPMO.

Lata de Agua [LDA]. (2020). Manual de uso Sistema Lata de Agua Barrio Nuevo. Caracas, Venezuela.

López Gutiérrez, J. (2012). Agua de lluvia: usos y aprovechamiento en edificios y viviendas. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.

Martinez, M. y Silva, C. (2004). Empoderamiento: Proceso, Nivel y Contexto. scielo, 13, http://dx.doi.org/10.4067/S0718-22282004000200003

Nuevo , D. (17 de Abril de 2018). Cloración en tratamientos de agua. Obtenido de TECPA Ingeniería y medio ambiente: https://www.tecpa.es/cloraciontratamiento-aguas/

Núñez, H., Fernández, D., & Navas, A. (2018). Usos potenciales del agua de lluvia en zonas urbanas de bajos recursos económicos. Revista Internacional de Ciencias Ambientales, 4(2), 24-32. https://doi.org/10.15304/rica.4.2.5276

Ortiz-Pérez, A. (2018). Análisis de los beneficios y limitaciones del aprovechamiento de agua de lluvia en áreas urbanas de bajos recursos. Revista Internacional de Ciencias Ambientales, 9(2), 147-160. doi: 10.15304/rica.9.2.4593

Rayiluz – Arqbiental. (2020). Memoria Descriptiva. Caracas, Venezuela.

Rodríguez, L. (2015). Diseño de un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para una vivienda. Revista Investigación Académica, 4, 1-13.

Torres, M., Paz, K. y Salazar, F. (s.f.). Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. *Boletín electrónico 2. Recuperado en:* http://moodlelandivar.url.edu.gt/url/oa/fi/ProbabilidadEstadistica/URL_02_BAS02%20DETERMINACION%20TAMAÑO%20MUESTRA.pdf

Universidad Central de Venezuela [UCV]. (1968). Estudio de Caracas: Volumen I - Anexo. Editorial Norma C.A.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2016). Rainwater Harvesting: Contaminants in Rainwater. Recuperado de https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/contaminants_in_rainwater.pdf

ANEXOS

Anexo 1

Resultados de la primera muestra de análisis físicos, químicos y microbiológicos del laboratorio

RESULTADO FISICOQUIMICO Y BACTERIOLÓGICO				
PARÁMETROS ANALIZADOS	FECHA DE ANÁLISIS	MÉTODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADOS
ph	9/11/2021	Electrométrico	UNIDADES	6,9
TURBIEDAD	9/11/2021	Nefelométrico	NTU	1,2
CLORUROS	9/11/2021	Titulamétrico	mg/L Cl	2
SULFATOS	9/11/2021	Turbidimétrico	mg/L S04	0
ALCALINIDAD TOTAL	9/11/2021	Titulamétrico	mg/L CaCO3	4
DUREZA TOTAL	9/11/2021	Titulamétrico	mg/L CaCO3	6
CONDUCTIVIDAD	9/11/2021	Electrométrico	mg/L S/m	38
NITRATOS	9/11/2021	Colorimétrico	mg/L NO3	0,5
COLIFORMES TOTALES	8/11/2021	N.M.P / 100ml	NMP / 100ml	75000
ESCHERICHIA COLI (C. FECALES)	8/11/2021	N.M.P / 100ml	NMP / 100ml	7100

Nota. Datos tomados de Agudelo & Aguilar (2022).

Anexo 2

*Resultados finales de la muestra en análisis físicos, químicos y microbiológicos del laborator**io***

REPORTE DE RESULTADOS ANÁLISIS FISICOQUIMICO					
CARACTERISTICAS QUÍMICAS DEL AGUA	MÉTODO ANALITICO	FECHA DE ANÁLISIS	VALOR REF RES 2115/2007	UNIDADES	RESULTADOS
ph	Electrométrico	1/12/2021	6,5 a 9,0	UNIDADES	6,6
TURBIEDAD	Nefelométrico	1/12/2021	Menor ó igual a 2	NTU	0,7
CLORO RESIDUAL	Colorimétrico	1/12/2021	de 0,3 a 2,0	mg/L Cl	1,1
CLORUROS	Titulamétrico	1/12/2021	Hasta 250	mg/L Cl	4
SULFATOS	Turbidimétrico	1/12/2021	Hasta 250	mg/L S04	8
NITRITOS	Colorimétrico	1/12/2021	Hasta 0,1	mg/L NO2	0,002
HIERRO TOTAL	Colorimétrico	1/12/2021	Hasta 0,3	mg/L Fe	0,03
ALCALINIDAD TOTAL	Titulamétrico	1/12/2021	Hasta 200	mg/L CaCO3	40
DUREZA TOTAL	Titulamétrico	1/12/2021	Hasta 300	mg/L CaCO3	80

Nota. Datos tomados de Agudelo & Aguilar (2022).

Anexo 3

Resultados finales de la muestra en análisis microbiológicos del laboratorio

RESULTADO ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
BACTERIOLÓGICO	FECHA DE ANÁLISIS	VALOR REF RES 2115/2007	RESULTADOS
COLIFORMES TOTALES	1/12/2021	0 UFC/100 ml	0 UFC/100 ml
ESCHERICHIA COLI (C. FECALES)	1/12/2021	0 UFC/100 ml	0 UFC/100 ml

Nota. Datos tomados de Agudelo & Aguilar (2022).

Anexo 4

Instrumento de recolección de consumo por baldes desde medición 1 a 30

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA.

CENTRO DE EDUCACIÓN INICIAL NACIONAL FERMÍN TORO

Instrumento de recolección de datos: En la siguiente tabla se recolectarán los datos necesarios para generar un control del consumo de agua según la institución. Se agradece la mayor transparencia posible a la hora de agregar los datos.

FECHA (DD/MM/AA)	MEDICIÓN	N° PERSONAS	ALTURA DE TANQUE (CM)	N° BALDES (4 L C/U)	(10 L C/U)	(20 LC/U)
/ /	1					
/ /	2					
/ /	3					
/ /	4					
/ /	5					
/ /	6					
/ /	7					
/ /	8					
/ /	9					
/ /	10					
/ /	11					
/ /	12					
/ /	13					
/ /	14					
/ /	15					
/ /	16					
/ /	17					
/ /	18					
/ /	19					
/ /	20					
/ /	21					
/ /	22					
/ /	23					
/ /	24					
/ /	25					
/ /	26					
/ /	27					
/ /	28					
/ /	29					
/ /	30					

LOS DATOS SUMINISTRADOS SON PARA USO NETAMENTE ACADÉMICO Y PARA LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO POR PARTE DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Anexo 5

Instrumento de recolección de consumo por baldes desde medición 31 a 60

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA.

CENTRO DE EDUCACIÓN INICIAL NACIONAL FERMÍN TORO

/	/	31					
/	/	32					
/	/	33					
/	/	34					
/	/	35					
/	/	36					
/	/	37					
/	/	38					
/	/	39					
/	/	40					
/	/	41					
/	/	42					
/	/	43					
/	/	44					
/	/	45					
/	/	46					
/	/	47					
/	/	48					
/	/	49					
/	/	50					
/	/	51					
/	/	52					
/	/	53					
/	/	54					
/	/	55					
/	/	56					
/	/	57					
/	/	58					
/	/	59					
/	/	60					

PUNTOS PARA CONSIDERAR:

- ✓ Se recomienda que la hora de medición donde reflejara el número de baldes usados o altura del tanque sea única y constante en todas las mediciones desde el día 1 hasta el día 40.
- ✓ Remarcar con un asterisco (*) al lado del número de medición ejemplo: "2**", cuando usted está ya critico en su cantidad de agua almacenada.
- ✓ Remarcar con un numeral (#) al lado del número de medición ejemplo: "2#", cuando usted se abastece con agua adicional mediante su comunidad o cisterna.

LOS DATOS SUMINISTRADOS SON PARA USO NETAMENTE ACADÉMICO Y PARA LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO POR PARTE DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Anexo 6

Instrumento de recolección de consumo por nivel de tanque

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA.

Instrumento de recolección de datos: En la siguiente tabla se recolectarán los datos necesarios para generar un control del consumo de agua según la institución.

FECHA (DD/MM/AA)	MEDICIÓN	HORA	ALTURA DE TANQUE INICIAL (CM)	ALTURA DE TANQUE FINAL (CM)	VOLUMEN CONSUMIDO (M3)
/ /	1				
/ /	2				
/ /	3				
/ /	4				
/ /	5				
/ /	6				
/ /	7				
/ /	8				
/ /	9				
/ /	10				
/ /	11				
/ /	12				
/ /	13				
/ /	14				
/ /	15				
/ /	16				
/ /	17				
/ /	18				
/ /	19				
/ /	20				

VOLUMEN TOTAL (M3)	DIAMETRO BOCA VISITA (CM)	DIAMETRO CILINDRO (CM)	ALTURA (CM)
1200	*65*	*120*	*128*

$$V = \frac{\pi D^2}{4} * h = 1{,}13 * h\ (m3)$$

PUNTOS PARA CONSIDERAR:

- ✓ La medida del nivel de agua de tanque se debe realizar a una misma hora todos los días.
- ✓ La altura del tanque final de un día, será la altura inicial del día siguiente.
- ✓ Tratar con cuidado la herramienta de medición, porque es delicada.

LOS DATOS SUMINISTRADOS SON PARA USO NETAMENTE ACADÉMICO Y PARA LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO POR PARTE DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Anexo 7

Guía de entrevista dirigida al operador principal

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA.

Guía de entrevista: Dirigida al operador principal del mantenimiento

1. ¿Con qué frecuencia y de qué manera inspecciona y limpia el filtro de hojas? ¿Cuál es el propósito de este procedimiento?
2. ¿Con qué frecuencia y por qué motivo se recomienda vaciar completamente los separadores de primeras aguas en la temporada de lluvia? ¿De qué manera lo hace?
3. ¿Con qué regularidad y de qué manera deben ser limpiados los separadores de las primeras aguas?
4. ¿Con qué regularidad debe revisarse el flotante interno en los separadores de primeras aguas?
5. Al terminar la época de sequía y comenzar una nueva temporada de lluvia, ¿cuál es el número de los primeros aguaceros cuya agua no debe ser recolectada y por qué?
6. ¿Con qué frecuencia y de qué forma realiza la limpieza y el vaciado de los tanques de almacenamiento? ¿Cuál es el objetivo de este procedimiento?
7. ¿En qué caso deben limpiarse y destrabarse la válvula de succión y el filtro de maraca de los tanques de almacenamiento?
8. ¿Con qué regularidad debe limpiarse el reductor de turbulencia y por qué es tan importante hacerlo?
9. ¿De qué manera y con qué frecuencia debe limpiarse el prefiltro "Y" ubicado antes de la bomba de agua? ¿Por qué es tan importante hacerlo?
10. ¿Cuál es el único caso en el que deba manipularse manualmente la bomba de agua?
11. ¿Cuál es la técnica implementada para limpiar el filtro desbarrador? ¿Con qué frecuencia y de qué manera debe aplicarse?
12. ¿Cuál es el material filtrante del desbarrador y cada cuánto tiempo debe reemplazarse? ¿Lo han cambiado alguna vez?
13. ¿Con qué regularidad y de qué manera deben limpiarse por dentro los tanques elevados?
14. ¿Cuál es la función de la válvula flotante de los tanques elevados? ¿Cada cuánto tiempo debe ser desmontada, revisada y limpiada?
15. ¿Cada cuántos días debe inspeccionarse el dosificador de cloro y por qué?
16. ¿Cuál es el procedimiento para introducir el cloro al dosificador? ¿Cuál es la cantidad adecuada para cada tanque y en qué caso es requerido agregarlo?
17. ¿De qué manera debe lavarse el ecofiltro? ¿Con qué frecuencia debe cambiarse el cuerpo filtrante? ¿Lo han cambiado alguna vez?

LOS DATOS SUMINISTRADOS SON PARA USO NETAMENTE ACADÉMICO Y PARA LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO POR PARTE DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Anexo 8

Guía de entrevista dirigida al operador secundario

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA.

Guía de entrevista: Dirigida a los operadores secundarios

1. Durante la temporada de lluvia, ¿con qué regularidad se deben barrer los techos? ¿Cada cuánto tiempo se limpia y de qué forma lo hace? ¿Cuál es la razón detrás de esta limpieza?

2. ¿Con qué frecuencia y de qué manera examina y limpia el filtro de nasa? ¿Cuál es el objetivo de este procedimiento?

3. ¿Con que frecuencia y por qué motivo deben limpiarse los canales y bajantes durante la temporada de lluvia?

4. ¿Con qué regularidad y de qué manera deben limpiarse por dentro los tanques elevados? ¿y por qué?.

5. ¿Cuál es la función de la válvula flotante de los tanques elevados? ¿Cada cuánto tiempo debe ser desmontada, revisada y limpiada?

6. ¿Cada cuántos días debe inspeccionarse el dosificador de cloro y por qué?

7. ¿Cuál es el procedimiento para introducir el cloro al dosificador? ¿Cuál es la cantidad adecuada para cada tanque y en qué caso es requerido agregarlo?

8. ¿De qué manera debe lavarse el ecofiltro? ¿Con qué frecuencia debe cambiarse el cuerpo filtrante? ¿Lo han cambiado alguna vez?

LOS DATOS SUMINISTRADOS SON PARA USO NETAMENTE ACADÉMICO Y PARA LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO POR PARTE DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Anexo 9

Cuestionario dirigido a los usuarios adultos beneficiados por el sistema

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

Fecha:

Edad:

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA.

CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS USUARIOS ADULTOS DEL SISTEMA LATA DE AGUA

1. ¿Considera que es importante utilizar sistemas de recolección de agua de lluvia en áreas donde hay escasez de agua?
   a) Sí, es una solución sostenible y necesaria.
   b) No, hay otras soluciones más efectivas.
   c) Aún no estoy seguro (a) de su importancia y beneficio.

2. Los elementos o componentes principales que tiene el sistema de captación y aprovechamiento o cosecha de agua de lluvia de Lata de agua son:
   a) Captación-Almacenamiento y filtración.
   b) Captación-almacenamiento primeras aguas y desinfección.
   c) Captación-canalización-filtración de primeras aguas-almacenamiento-filtración y desinfección.

3. Con base en la experiencia obtenida con el proyecto Lata de Agua, ¿Estarías dispuesto (a), a implementar un sistema de recolección de agua de lluvia en tu hogar?
   a) Sí, definitivamente.
   b) Tal vez, dependiendo de los costos y la viabilidad técnica.
   c) No.

4. ¿Utilizas el agua de lluvia en las actividades cotidianas siempre que es posible?
   a) Sí, siempre trato de utilizar el agua de lluvia.
   b) No, siempre que puedo utilizo otra agua (cisternas e hidrocapital).
   c) Nunca utilizo el agua de lluvia porque no me gusta.

5. Utilizar el agua de lluvia para el consumo humano requiere:
   a) Solo almacenarla.
   b) Solo filtrarla.
   c) Filtrarla y desinfectarla.

6. ¿Te sientes satisfecho (a) y hasta orgulloso (a) con el uso de agua de lluvia?
   a) Sí, me preocupa la situación del agua y creo que es una solución viable.
   b) La verdad me es indiferente.
   c) No, porque me interesa muy poco el tema.

7. Con base en la experiencia obtenida con el proyecto Lata de Agua, recomendaría a familiares y amigos implementar un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia.
   a) Siempre.
   b) Dependiendo de la situación.
   c) Nunca.

8. Si pudiera escoger el sistema de suministro de agua para la institución donde trabaja, preferiría:
   a) El agua de lluvia con su sistema de captación y aprovechamiento.
   b) El agua suministrada por cisterna.
   c) El agua por tubería.

LOS DATOS SUMINISTRADOS SON PARA USO NETAMENTE ACADÉMICO Y PARA LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO POR PARTE DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Anexo 10

Cuestionario dirigido a los usuarios jóvenes beneficiados por el sistema

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

Fecha:

Edad:

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA.

CUESTIONARIO DIRIGIDO A JOVENES DE 8 A 12 AÑOS SOBRE EL SISTEMA LATA DE AGUA

1. ¿Sabías que existen sistemas que permiten usar el agua de lluvia?
a) Sí, ya lo sabía.
b) No, no lo sabía.
c) He escuchado algo sobre eso.

2. ¿Sabías que en tú colegio se desarrolló el proyecto Lata de Agua?
a) Sí, si lo sabia.
b) No, no lo sabía.
c) he escuchado algo sobre eso.

3. ¿Usas el agua de lluvia en tus actividades diarias cuando es posible?
a) Sí, siempre que puedo.
b) No, prefiero otro tipo de agua.
c) No se de dónde viene el agua que uso.

4. El agua de lluvia que se recolecta en el proyecto lata de agua:
a) Se recolecta de los techos, se almacena en un tanque y es desinfectada para su posterior uso.
b) Se recolecta de los techos, se almacena en un tanque y es filtrada para su posterior uso.
c) Se recolecta de los techos, se almacena en un tanque, es filtrada y desinfectada para su posterior uso.

5. ¿En tu casa hay un sistema para recolectar agua de lluvia?
a) Sí.
b) No.
c) No estoy seguro/a.

6. ¿Cuál crees que es la mejor forma de obtener agua para tu escuela?
a) Recolectando agua de lluvia con un sistema como Lata de Agua.
b) Con camiones cisternas.
c) Usando el agua que llega por tubería.

7. ¿Te sientes orgulloso/a de usar agua de lluvia en lugar de otros tipos de agua?
a) Sí, me siento bien sabiendo que cuido el medio ambiente.
b) No sé, no he pensado en eso.
c) No, prefiero usar otro tipo de agua.

8. ¿Ayudarías a construir sistemas de cosecha de agua de lluvia en su casa o de sus familiares?
a) Sí, estoy dispuesto.
b) No sé, no he pensado en eso.
c) No, prefiero usar otro tipo de agua.

LOS DATOS SUMINISTRADOS SON PARA USO NETAMENTE ACADÉMICO Y PARA LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO POR PARTE DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Anexo 11

Escala de estimación para la actividad lúdica Obra de teatro

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA.

Escala de Estimación - Actividad Obra de Teatro

- **0 puntos:** El niño no puede responder correctamente a ninguna pregunta sobre el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia durante la obra de teatro
- **1 punto:** El niño puede responder a algunas preguntas básicas sobre el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia durante la obra de teatro
- **2 puntos**: El niño puede responder a la mayoría de las preguntas sobre el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia durante la obra de teatro de manera correcta.
- **3 puntos**: El niño puede responder correctamente a todas las preguntas sobre el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia durante la obra de teatro y demuestra un conocimiento profundo del tema.

NOTA: La puntuación se llevará a cabo de una forma general donde se podrá contemplar el comportamiento de un público en general frente al acto que se va a presentar.

LOS DATOS SUMINISTRADOS SON PARA USO NETAMENTE ACADÉMICO Y PARA LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO POR PARTE DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Anexo 12

Escala de estimación para la actividad lúdica Obra de teatro

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA.

Acto	Preguntas	Respuesta	Respuestas acertadas	Respuestas erradas	Sin respuesta
Presentación	¿De dónde viene gotita?	Nubes			
Captación: Amigo Tejado	¿A dónde va gotita después de caer del cielo?	Tejado/Techo de la casa, del colegio			
Transporte: Señor Canal	¿Qué pasa con gotita después de caer sobre la superficie de Amigo Tejado?	Pasa por el canal para ser trasladado			
Almacenamiento: Don Tanque	¿A dónde se dirige gotita después de pasar por el señor Canal?	Llega al tanque, donde se guarda para su posterior uso			

LOS DATOS SUMINISTRADOS SON PARA USO NETAMENTE ACADÉMICO Y PARA LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO POR PARTE DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Anexo 13

Escala de estimación para la actividad lúdica Obra de teatro

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA.

Limpieza: Doctor Filtro	¿De qué forma ayuda doctor filtro a gotita?	Reteniendo el paso de los sucios en el agua			
Bombeo: Doña Bomba	¿Cuál es el trabajo de doña bomba?	Trasladar el agua de los tanques principales a los aéreos, para permitir el flujo por gravedad			
Desinfección: Super Cloro	¿De qué forma puede Super Cloro ayudar a gotita?	Eliminando las bacterias invisibles que están dentro de su cuerpo			

LOS DATOS SUMINISTRADOS SON PARA USO NETAMENTE ACADÉMICO Y PARA LA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO POR PARTE DE LOS ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Anexo 14

Distribución normal estándar correspondiente al nivel de confianza deseado

Nivel de confianza deseado	Puntuación Z
90%	1,645
95%	1,96
97,50%	2,24
99%	2,576

Nota. Datos tomados Torres, et al (s.f.).

Anexo 15

Registro histórico de consumo por balde de la institución Fermín Toro

Fecha	Medición	Nº de personas	Envase de 4 litros (L)	Envase de 20 litros (L)	Volumen consumido (L)	Consumo (Lpd)	Promedio de consumo (Lpd)
14/10/2022	1	56	44	60	104	1,86	
17/10/2022	2	53	88	70	158	2,98	
18/10/2022	3	60	92	60	152	2,53	
19/10/2022	4	55	76	50	126	2,29	
20/10/2022	5	70	72	70	142	2,03	
21/10/2022	6	42	48	50	98	2,33	
24/10/2022	7	60	64	70	134	2,23	
25/10/2022	8	71	76	70	146	2,06	
26/10/2022	9	0	0	0	0	0,00	
27/10/2022	10	40	52	50	102	2,55	
28/10/2022	11	41	56	50	106	2,59	
31/10/2022	12	63	72	60	132	2,10	
1/11/2022	13	31	68	40	108	3,48	
2/11/2022	14	55	72	60	132	2,40	
3/11/2022	15	48	52	50	102	2,13	
4/11/2022	16	43	52	60	112	2,60	
7/11/2022	17	73	88	70	158	2,16	
8/11/2022	18	84	92	60	152	1,81	2,22
9/11/2022	19	78	61	60	121	1,55	
10/11/2022	20	54	76	60	136	2,52	
11/11/2022	21	42	48	50	98	2,33	
14/11/2022	22	58	76	40	116	2,00	
15/11/2022	23	64	88	50	138	2,16	
16/11/2022	24	68	76	60	136	2,00	
17/11/2022	25	74	72	50	122	1,65	
18/11/2022	26	56	92	60	152	2,71	
21/11/2022	27	55	48	50	98	1,78	
22/11/2022	28	60	76	50	126	2,10	
23/11/2022	29	53	76	50	126	2,38	
24/11/2022	30	58	76	50	126	2,17	
25/11/2022	31	64	72	50	122	1,91	
28/11/2022	32	42	48	60	108	2,57	
29/11/2022	33	60	64	50	114	1,90	
30/11/2022	34	66	52	60	112	1,70	
1/12/2022	35	52	52	50	102	1,96	
2/12/2022	36	47	48	60	108	2,30	

Nota. Elaboración propia.

Anexo 16

Consumo de agua en época de sequía por el método de nivel agua

CONSUMO DE AGUA FERMÍN TORO							
Fecha	Medición	N° Personas	Nivel de agua inicial (cm)	Nivel de agua final (cm)	Volumen consumido (L)	Consumo (Lpd)	Promedio de consumo (Lpd)
28/2/23	1	37	42,00	38,00	45,24	1,22	
1/3/23	2	33	38,00	20,00	203,58	6,17	
2/3/23	3	19	20,00	20,00	0,00	0,00	
3/3/23	4	21	22,00	22,00	0,00	0,00	
6/3/23	5	35	22,00	20,00	22,62	0,65	
7/3/23	6	31	20,00	20,00	0,00	0,00	
8/3/23	7	18	20,00	18,50	16,96	0,94	
9/3/23	8	15	18,50	16,80	19,23	1,28	
10/3/23	9	41	16,80	14,00	31,67	0,77	
13/3/23	10	34	14,00	5,20	99,53	2,93	
14/3/23	11	5	5,20	5,10	1,13	0,23	3,04
15/3/23	12	0	5,10	5,10	0,00	0,00	
16/3/23	13	0	5,10	5,10	0,00	0,00	
17/3/23	14	0	5,10	5,10	0,00	0,00	
20/3/23	15	24	5,10	40,00	-394,71	-16,45	
21/3/23	16	14	40,00	36,00	45,24	3,23	
22/3/23	17	30	36,00	31,00	56,55	1,88	
23/3/23	18	4	31,00	26,00	56,55	14,14	
24/3/23	19	9	26,00	23,00	33,93	3,77	
27/3/23	20	25	23,00	18,00	56,55	2,26	

Nota. Elaboración propia**.**

Anexo 17

Consumo de agua en época de sequía por el método de nivel agua

CONSUMO DE AGUA PEDRO FELIPE CAMEJO							
Fecha	Medición	N° Personas	Nivel de agua inicial (cm)	Nivel de agua final (cm)	Volumen consumido (L)	Consumo (Lpd)	Promedio de consumo (Lpd)
28/2/23	1	76	57,00	49,00	90,48	1,19	
1/3/23	2	109	49,00	44,00	56,55	0,52	
2/3/23	3	36	44,00	15,00	327,98	9,11	
3/3/23	4	50	15,00	10,00	56,55	1,13	
6/3/23	5	55	10,00	5,00	56,55	1,03	
7/3/23	6	56	5,00	5,00	0,00	0,00	
8/3/23	7	66	5,00	5,00	0,00	0,00	
9/3/23	8	39	5,00	5,00	0,00	0,00	
10/3/23	9	66	5,00	5,00	0,00	0,00	
13/3/23	10	58	5,00	5,00	0,00	0,00	
14/3/23	11	108	5,00	5,00	0,00	0,00	1,68
15/3/23	12	45	5,00	4,00	11,31	0,25	
16/3/23	13	60	4,00	73,00	-780,37	-13,01	
17/3/23	14	65	73,00	75,00	-22,62	-0,35	
20/3/23	15	116	75,00	67,00	90,48	0,78	
21/3/23	16	99	67,00	58,00	101,79	1,03	
22/3/23	17	105	58,00	48,00	113,10	1,08	
23/3/23	18	57	48,00	40,00	90,48	1,59	
24/3/23	19	77	40,00	30,00	113,10	1,47	
27/3/23	20	92	30,00	22,00	90,48	0,98	

Nota. Elaboración propia.

Anexo 18

Consumo de agua en época de sequía por el método de nivel agua

CONSUMO DE AGUA AMBULATORIO							
Fecha	Medición	N° Personas	Nivel de agua inicial (cm)	Nivel de agua final (cm)	Volumen consumido (L)	Consumo (Lpd)	Promedio de consumo (Lpd)
28/2/23	1	5	82,00	81,00	11,31	2,26	
1/3/23	2	5	81,00	80,50	5,65	1,13	
2/3/23	3	5	80,50	80,00	5,65	1,13	
3/3/23	4	5	80,00	65,00	169,65	33,93	
6/3/23	5	5	65,00	43,00	248,81	49,76	
7/3/23	6	5	43,00	42,00	11,31	2,26	
8/3/23	7	5	42,00	40,00	22,62	4,52	
9/3/23	8	5	40,00	40,00	0,00	0,00	
10/3/23	9	5	40,00	40,00	0,00	0,00	
13/3/23	10	5	40,00	40,00	0,00	0,00	
14/3/23	11	5	40,00	39,00	11,31	2,26	7,63
15/3/23	12	5	39,00	37,00	22,62	4,52	
16/3/23	13	5	37,00	35,20	20,36	4,07	
17/3/23	14	5	35,20	33,50	19,23	3,85	
20/3/23	15	5	33,50	31,30	24,88	4,98	
21/3/23	16	5	31,30	29,70	18,10	3,62	
22/3/23	17	5	29,70	27,50	24,88	4,98	
23/3/23	18	5	27,50	26,00	16,96	3,39	
24/3/23	19	5	26,00	24,00	22,62	4,52	
27/3/23	20	5	24,00	22,30	19,23	3,85	

Nota. Elaboración propia.

Anexo 19

Consumo de agua en época lluviosa por método de nivel agua

CONSUMO DE AGUA FERMÍN TORO							
Fecha	Medición	N° Personas	Nivel de agua inicial (cm)	Nivel de agua final (cm)	Volumen consumido (L)	Consumo (Lpd)	Promedio de consumo (Lpd)
2/5/23	1	33	60,00	42,00	203,58	6,17	
3/5/23	2	28	42,00	27,00	169,65	6,06	
4/5/23	3	20	27,00	18,00	101,79	5,09	
5/5/23	4	27	18,00	58,00	-452,39	-16,76	
8/5/23	5	0	58,00	58,00	0,00	0,00	
9/5/23	6	0	58,00	58,00	0,00	0,00	
10/5/23	7	27	58,00	42,00	180,96	6,70	
11/5/23	8	30	42,00	26,00	180,96	6,03	
12/5/23	9	22	26,00	14,00	135,72	6,17	
15/5/23	10	28	14,00	3,00	124,41	4,44	
16/5/23	11	35	3,00	55,00	-588,11	-16,80	5,64
17/5/23	12	0	55,00	55,00	0,00	0,00	
18/5/23	13	0	55,00	55,00	0,00	0,00	
19/5/23	14	37	55,00	33,00	248,81	0,00	
22/5/23	15	29	33,00	20,00	147,03	5,07	
23/5/23	16	18	20,00	12,00	90,48	5,03	
24/5/23	17	12	12,00	6,00	67,86	5,65	
25/5/23	18	22	6,00	6,00	0,00	0,00	
26/5/23	19	0	6,00	6,00	0,00	0,00	
29/5/23	20	0	6,00	6,00	0,00	0,00	

Nota. Elaboración propia.

Anexo 20

Consumo de agua en época lluviosa por método de nivel agua

CONSUMO DE AGUA PEDRO FELIPE CAMEJO							
Fecha	Medición	N° Personas	Nivel de agua inicial (cm)	Nivel de agua final (cm)	Volumen consumido (L)	Consumo (Lpd)	Promedio de consumo (Lpd)
2/5/23	1	45	57,00	40,00	192,27	4,27	
3/5/23	2	59	40,00	20,00	226,19	3,83	
4/5/23	3	28	20,00	11,00	101,79	3,64	
5/5/23	4	42	11,00	60,00	-554,18	-13,19	
8/5/23	5	0	60,00	60,00	0,00	0,00	
9/5/23	6	0	60,00	60,00	0,00	0,00	
10/5/23	7	37	60,00	48,00	135,72	3,67	
11/5/23	8	26	48,00	38,00	113,10	4,35	
12/5/23	9	31	38,00	25,00	147,03	4,74	
15/5/23	10	24	25,00	17,00	90,48	3,77	
16/5/23	11	30	17,00	56,00	-441,08	-14,70	**3,71**
17/5/23	12	0	56,00	56,00	0,00	0,00	
18/5/23	13	0	56,00	56,00	0,00	0,00	
19/5/23	14	36	56,00	43,00	147,03	4,08	
22/5/23	15	44	43,00	29,00	158,34	3,60	
23/5/23	16	40	29,00	17,00	135,72	3,39	
24/5/23	17	38	17,00	10,00	79,17	2,08	
25/5/23	18	26	10,00	3,00	79,17	3,04	
26/5/23	19	0	3,00	3,00	0,00	0,00	
29/5/23	20	0	3,00	3,00	0,00	0,00	

Nota. Elaboración propia

Anexo 21

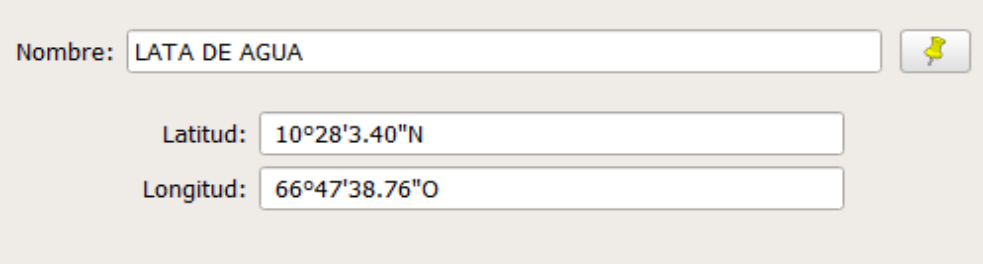
Consumo de agua en época lluviosa por método de nivel agua

CONSUMO DE AGUA AMBULATORIO							
Fecha	Medición	N° Personas	Nivel de agua inicial (cm)	Nivel de agua final (cm)	Volumen consumido (L)	Consumo (Lpd)	Promedio de consumo (Lpd)
2/5/23	1	5	90,00	87,00	33,93	6,79	
3/5/23	2	5	87,00	81,60	61,07	12,21	
4/5/23	3	5	81,60	76,00	63,33	12,67	
5/5/23	4	5	76,00	69,50	73,51	14,70	
8/5/23	5	5	69,50	63,70	65,60	13,12	
9/5/23	6	5	63,70	60,30	38,45	7,69	
10/5/23	7	5	60,30	58,20	23,75	4,75	
11/5/23	8	5	58,20	56,40	20,36	4,07	
12/5/23	9	5	56,40	54,20	24,88	4,98	
15/5/23	10	5	54,20	51,60	29,41	5,88	
16/5/23	11	5	51,60	86,00	-389,05	-77,81	**9,31**
17/5/23	12	5	86,00	83,20	31,67	6,33	
18/5/23	13	5	83,20	81,00	24,88	4,98	
19/5/23	14	5	81,00	78,70	26,01	5,20	
22/5/23	15	5	78,70	76,20	28,27	5,65	
23/5/23	16	5	76,20	72,20	45,24	9,05	
24/5/23	17	5	72,20	65,00	81,43	16,29	
25/5/23	18	5	65,00	58,70	71,25	14,25	
26/5/23	19	5	58,70	50,30	95,00	19,00	
29/5/23	20	5	0,00	0,00	0,00	0,00	

Nota. Elaboración propia

Anexo 22

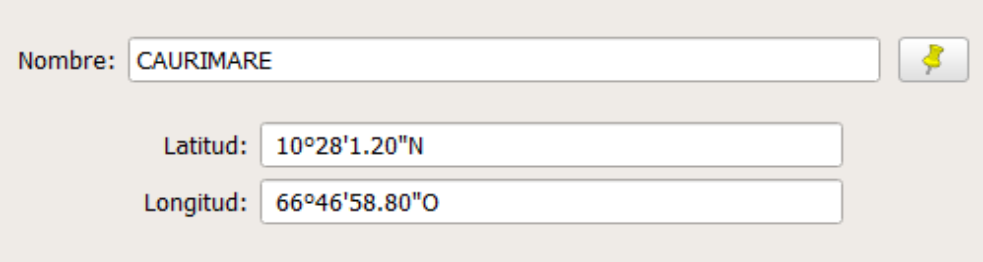
Coordenadas geográficas de Lata de Agua



Nota. Esta figura muestra la ubicación precisa del punto de interés con latitud y longitud. Fuente: Google Earth Pro (2023).

Anexo 23

Coordenadas geográficas "Petare/Caurimare".



Nota. Esta figura muestra la ubicación precisa del punto de interés con latitud y longitud. Fuente: Google Earth Pro (2023).

Anexo 24

Registro histórico de precipitaciones en Petare/Caurimare

Precipitación Media Mensual (mm) - Petare / Caurimare												
año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1949	-	-	-	-	-	-	-	74,0	112,0	225,0	106,0	114,0
1950	126,0	14,0	6,0	19,0	80,0	-	-	-	-	-	-	-
1951	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86,0	183,0	97,0
1952	12,0	4,0	8,0	104,0	164,0	101,0	117,0	147,0	-	101,0	89,0	75,0
1953	69,0	25,0	6,0	15,0	135,0	160,0	124,0	170,0	188,0	70,0	66,0	36,0
1954	17,0	4,0	11,0	105,0	92,0	125,0	158,0	52,0	0,0	70,0	0,0	0,0
1955	69,0	5,0	29,0	-	51,0	225,0	139,0	102,0	170,0	304,0	107,0	28,0
1956	102,0	21,0	47,0	5,0	66,0	-	123,0	209,0	104,0	115,0	111,0	127,0
1957	50,0	9,0	1,0	13,0	46,0	-	89,0	99,0	-	-	133,0	30,0
1958	4,0	6,0	0,0	18,0	197,0	401,0	248,0	101,0	77,0	33,0	72,0	24,0
1959	4,0	-	1,0	31,0	166,0	135,0	-	125,0	-	-	51,0	32,0
1960	2,0	1,0	0,0	111,0	113,0	182,0	187,0	200,0	140,0	23,0	77,0	91,0
1961	6,0	1,0	0,0	16,0	8,0	43,0	282,0	107,0	243,0	163,0	112,0	22,0
1962	15,0	6,0	21,0	35,0	131,0	208,0	109,0	207,0	168,0	163,0	67,0	50,0
1963	19,0	10,0	72,0	44,0	279,0	252,0	125,0	83,0	212,0	113,0	106,0	27,0
1964	5,7	0,0	1,0	19,0	24,0	252,4	170,4	151,3	156,4	184,7	20,9	34,4
1965	62,4	41,0	0,0	16,5	75,9	206,9	272,0	246,8	124,9	91,7	77,2	21,8
1966	22,1	35,4	0,0	54,9	71,4	209,1	166,8	189,5	120,5	153,8	173,4	86,7
1967	20,5	7,7	73,2	49,8	24,2	120,6	170,9	104,5	137,3	76,9	181,2	43,3
1968	8,1	26,1	13,0	90,2	211,6	144,6	115,6	85,9	205,5	86,9	40,3	26,8
1969	38,2	24,8	15,0	69,8	104,1	139,5	118,6	165,3	145,6	226,8	169,1	77,3
1970	43,4	8,5	58,2	33,8	185,7	278,7	-	134,7	110,9	115,2	76,3	67,1
1971	17,3	9,2	12,6	80,9	56,5	-	-	141,1	139,5	76,3	55,8	40,3
1972	102,5	8,1	6,8	36,8	222,9	93,1	120,6	56,9	62,4	99,4	59,5	17,4
1973	24,8	5,7	17,9	85,5	24,1	62,7	38,5	136,2	131,2	83,5	297,6	48,5
1974	20,2	8,2	3,0	2,0	42,2	43,0	158,8	172,6	130,8	-	-	-
1976	-	-	-	-	-	-	-	-	39,1	231,3	75,1	22,2
1977	1,0	0,4	1,1	0,0	51,8	170,4	123,6	223,8	117,2	128,7	94,8	9,2
1978	0,2	0,0	8,4	168,2	55,3	145,0	108,2	171,2	99,0	132,4	57,6	55,6
1979	2,0	3,0	94,6	63,0	103,0	207,8	116,6	107,7	110,8	175,4	108,4	120,0
1980	26,0	6,6	0,0	75,8	102,2	84,4	158,0	139,2	217,0	87,8	109,0	16,8
1981	0,6	98,0	35,6	295,3	154,4	160,6	92,4	141,7	143,0	110,2	8,4	26,4
1982	40,2	22,7	5,4	60,8	226,4	200,4	116,6	111,2	163,8	80,4	53,6	57,2
1983	52,2	6,2	0,4	62,5	130,4	176,6	178,8	131,6	83,0	103,2	17,0	4,0
1984	48,6	19,4	1,0	27,8	23,6	33,0	244,4	131,8	165,7	127,8	207,4	93,6
1985	11,2	20,0	10,4	149,2	79,6	115,6	125,9	143,0	131,8	223,6	131,2	192,2
1986	9,2	8,8	11,8	68,0	173,2	183,4	46,8	137,0	147,6	149,8	125,8	38,2
1987	41,0	3,6	21,8	7,4	181,1	134,9	159,6	147,6	144,8	-	-	-

Nota. Datos suministrados por el Departamento de Ingeniería Hidrometeorológica. UCV (2023)

Anexo 25

Registro histórico de precipitaciones en la estación UCV

Precipitación Media Mensual (mm) - UCV												
año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1949						126,4	67,2	82,2	87	197,4	69,6	104,8
1950	111,6	13,8	15,6	22,5	93,6	215,2	64,9	239,8	60,8	207,4	77,8	40,6
1951	39,2	189,4	33,8	60,0	82,6	146,8	136,2	47,8	115,2	46,2	115,8	50,8
1952	0,6	0,0	2,8	73,2	140,3	58,8	72,8	115,5	176,9	73,3	79,6	66,6
1953	30,2	34,8	3,5	22,4	90,7	99,1	105,6	66,7	213,9	84,9	47,5	40,8
1954	12,9	17,9	66,1	112,3	45,7	81,2	168,9	65,8	118,3	287,7	64,4	94,5
1955	15,3	1,0	9,6	58,0	42,6	239,6	105,3	107,8	139,1	156,3	91,8	106,7
1956	12,4	2,4	12,7	7,4	50,8	70,9	83,7	155,7	44,6	59,9	48,4	61,7
1957	12,2	1,4	0,0	0,4	44,4	111,3	76,1	103,7	118,3	105,5	56,5	7,0
1958	2,0	4,4	0,0	15,4	141,3	290,1	164,1	110,6	58,4	67,6	41,6	19,4
1959	0,1	0,0	0,0	1,1	101,8	49,8	104,9	57,5	117,6	79,3	128,0	1,7
1960	1,0	4,2	4,8	126,0	90,1	161,6	132,0	187,0	115,6	24,0	117,8	81,6
1961	0,8	2,8	6,8	1,4	19,3	50,7	190,3	114,2	91,5	24,0	83,9	12,1
1962	2,9	0,9	6,3	4,1	78,4	150,4	75,0	152,6	49,2	91,5	52,8	37,2
1963	27,2	2,9	7,6	60,2	205,2	147,2	93,6	95,1	141,7	67,1	111,2	16,5
1964	1,5	0,0	0,0	41,4	58,1	160,4	171,8	101,9	67,6	83,6	34,8	3,6
1965	52,0	25,5		16,8	68,9	131,3	192,7	184,8	83,4	19,8	67,0	5,7
1966	22,5	14,9		83,8	58,7	173,7	78,8	47,2	81,3	94,2	118,6	35,4
1967	12,5	1,4	16,8	59,0	5,9	71,0	101,1	74,6	208,1	71,3	92,9	30,2
1968	0,2	9,5	11,4	110,6	135,1	184,2	113,1	43,4	155,5	80,1	19,7	33,9
1969	45,1	21,0	39,6	58,1	36,9	76,9	59,8	148,1	95,2	128,6	80,9	85,3
1970	23,4	0,1	55,5	15,3	103,4	164,9	152,1	97,3	48,1	8,7		
1971	0,0	0,0	0,0	88,6	79,4	61,9	31,5	25,0	31,9	45,9	34,1	50,2
1972	33,1	22,0	21,1	30,8	132,2	100,6	52,9	41,7	32,6	123,3	48,6	12,5
1973	59,7	0,0	0,0	63,0	18,5	39,9	42,9	156,6	108,9	66,0	122,8	50,0
1974	10,7	1,9	5,2	0,1	102,7	41,0	174,2	119,5	190,1	56,2	87,8	1,7
1975	3,5	2,0	0,0	37,8	29,0	105,9	30,7	225,9	116,0	213,7	141,8	70,9
1976	14,1	33,1	17,1	22,2	11,7	106,5	102,9	81,1	47,2	151,7	68,5	11,4
1977		0,7	15,1	0,0	84,2	108,7	87,2	158,3	49,2	108,7	173,7	2,6
1978	0,0	0,0	1,2	106,3	74,4	106,8	84,0	63,7	33,7	146,4	62,2	42,2
1979	1,1	1,0	59,4	69,9	75,0	158,2	80,1	91,9	128,5	179,4	84,8	68,3
1980	9,9	2,7	0,0	55,3	63,4	66,6	162,3	120,5	177,5	55,0	74,2	38,1
1981	20,1	129,5	5,3	319,3	142,7	106,7	125,6	172,6	129,2	45,6	4,4	15,6
1982	37,8	14,2	7,8	39,5	105,7	136,4	61,5	33,8	120,4	48,7	1,7	10,5
1983	42,6	2,5	0,0	55,4	101,0	108,8	60,1	91,1	84,9	97,9	17,4	0,3
1984	34,6	28,9	0,0	48,4	43,1	29,9	185,4	51,4	173,3	171,5	84,1	5,2
1985	2,0	8,4	45,3	73,9	71,6	70,7	111,5	103,5	104,6	89,0	150,7	125,6
1986	2,6	2,0	1,8	64,8	85,0	103,0	20,5	114,0	87,0	106,8	79,8	21,5
1987	36,8	0,3	0,0	0,5	285,4	48,0	101,3	197,8	120,8	162,5	130,8	39,6
1988	8,8	11,0	3,5	18,0	37,5	247,0	61,8	134,0	150,0	319,1	124,6	50,5
1989	5,6	2,5	5,5	15,0	176,0	82,0	123,5	125,0	190,1	15,8	140,8	3,5
1990	10,1	26,0	0,0	48,5	134,6	154,0	126,5	143,8	190,9	185,5	82,5	28,5
1991	11,5	1,0	59,0	47,8	6,0	72,5	54,0	176,9	129,0	22,5	234,2	22,8
1992	5,0	2,0	0,0	66,0	103,0	144,6	112,5	83,7	87,8	21,9	120,6	56,5
1993	29,4	5,0	5,2	88,8	136,1	130,9	120,7	240,2	77,5	41,2	140,5	40,4
1994	0,0	4,0	0,0	17,9	47,0	69,6	109,6	79,6	68,6	308,5	83,4	37,0
1995	2,5	0,0	129,2	72,9	24,7	109,9	111,6	114,1	89,4	218,5	76,6	5,0
1996	37,3	0,0	0,2	0,0	54,5	143,1	322,9	140,5	116,8	237,5	193,2	156,9
1997	41,0	30,8	0,2	18,6	38,3	118,3	131,2	53,1	80,3	168,5	36,1	8,5
1998	0,4	0,0	58,7	44,3	163,2	187,9	83,6	108,0	60,1	81,5	101,0	50,1
1999	12,4	25,6	9,5	133,6	20,0	70,6	125,9	152,3	122,8	203,2	60,2	189,4
2000	47,8	32,1	40,4	4,1	75,4	79,3	119,1	93,7	197,1	94,0	127,2	19,4
2001	0,5	4,2	5,2	0,0	91,2	50,4	140,3	112,9	93,8	204,4	146,3	87,2
2002	6,7	0,7	5,1	90,9	85,5	86,3	70,2	67,8	110,2	108,4	21,8	27,3
2003	6,0	0,7	14,1	61,1	17,5	69,5	72,6	41,8	81,0	131,8	57,0	34,6
2004	20,0	2,4	0,6	78,7	159,5	101,0	104,8	61,9	88,1	149,2	178,0	16,1
2005	79,3	116,0	0,0	64,1	167,9	196,3	92,6	123,3	96,4	26,5	270,3	86,0
2006	102,6	27,8	14,8	18,2	143,4	73,7	74,6	71,1	67,7	118,6	109,4	0,0
2007	6,5	7,6	37,0	18,5	59,2	107,0	77,7	244,8	107,3	171,0	75,5	60,5
2008	20,8	2,3	5,5	27,2	128,7	93,0	145,3	111,2	67,0	264,4	288,0	39,0
2009	15,6	83,7	24,8	9,3	36,3	39,0	76,5	132,3	165,5	47,0	128,8	1,1
2010	2,3	13,3	19,0	138,8	130,3	205,7	161,6	101,9	247,6	102,3	407,3	125,4
2011	90,9	47,0	17,1	53,1	147,9	115,3	87,6	117,8	155,4	102,3	219,6	187,6
2012	32,8	4,8	103,9	166,0	82,5	74,9	46,4	201,2	46,4	240,4	41,4	35,1
2013	8,1	3,7	2,8	42,2	151,4	44,8	29,6	118,8	147,4	61,6	63,5	54,3
2014	7,3	12,9	0,0	1,5	58,7	53,6	46,5	151,0	174,2	114,1	85,9	54,3
2015	33,0	48,7	8,6	19,6	60,1	48,1	52,9	46,4	91,7	101,1	32,4	3,0
2016	3,8	0,0	22,9	131,4	71,5	157,5	68,5	82,4	114,0	193,5	147,1	86,2
2017	49,5	6,3	79,4	90,6	116,0	104,1	84,0	112,6	102,0	119,3	19,7	55,5
2018	16,0	2,6	12,4	3,1	5,8	48,9	89,4	80,5	161,4	249,9	57,2	3,2
2019	13,8	4,0	0,0	7,4	57,3	74,8	102,6	75,1	52,8	170,0	77,9	49,7
2020	3,1	0,9	0,0	2,6	33,9	145,1	98,5	139,5	205,0	202,9	100,0	3,1
2021	21,5	3,2	35,8	83,0	46,6	109,9	170,4	155,5	57,6	223,9	44,3	33,5
2022	4,0	4,3	19,3	106,3	47,6	111,6	68,5	173,4	157,9	260,3	98,7	49,8

Nota. Datos suministrados por el Departamento de Ingeniería Hidrometeorológica. UCV (2023)

Anexo 26

*Registro histórico de años comunes entre las estaciones (Petare/Caurimare**).***

Precipitación Media Mensual (mm) - Petare / Caurimare												
año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1953	69,0	25,0	6,0	15,0	135,0	160,0	124,0	170,0	188,0	70,0	66,0	36,0
1954	17,0	4,0	11,0	105,0	92,0	125,0	158,0	52,0	0,0	70,0	0,0	0,0
1958	4,0	6,0	0,0	18,0	197,0	401,0	248,0	101,0	77,0	33,0	72,0	24,0
1960	2,0	1,0	0,0	111,0	113,0	182,0	187,0	200,0	140,0	23,0	77,0	91,0
1961	6,0	1,0	0,0	16,0	8,0	43,0	282,0	107,0	243,0	163,0	112,0	22,0
1962	15,0	6,0	21,0	35,0	131,0	208,0	109,0	207,0	168,0	163,0	67,0	50,0
1963	19,0	10,0	72,0	44,0	279,0	252,0	125,0	83,0	212,0	113,0	106,0	27,0
1964	5,7	0,0	1,0	19,0	24,0	252,4	170,4	151,3	156,4	184,7	20,9	34,4
1965	62,4	41,0	0,0	16,5	75,9	206,9	272,0	246,8	124,9	91,7	77,2	21,8
1966	22,1	35,4	0,0	54,9	71,4	209,1	166,8	189,5	120,5	153,8	173,4	86,7
1967	20,5	7,7	73,2	49,8	24,2	120,6	170,9	104,5	137,3	76,9	181,2	43,3
1968	8,1	26,1	13,0	90,2	211,6	144,6	115,6	85,9	205,5	86,9	40,3	26,8
1969	38,2	24,8	15,0	69,8	104,1	139,5	118,6	165,3	145,6	226,8	169,1	77,3
1972	102,5	8,1	6,8	36,8	222,9	93,1	120,6	56,9	62,4	99,4	59,5	17,4
1973	24,8	5,7	17,9	85,5	24,1	62,7	38,5	136,2	131,2	83,5	297,6	48,5
1977	1,0	0,4	1,1	0,0	51,8	170,4	123,6	223,8	117,2	128,7	94,8	9,2
1978	0,2	0,0	8,4	168,2	55,3	145,0	108,2	171,2	99,0	132,4	57,6	55,6
1979	2,0	3,0	94,6	63,0	103,0	207,8	116,6	107,7	110,8	175,4	108,4	120,0
1980	26,0	6,6	0,0	75,8	102,2	84,4	158,0	139,2	217,0	87,8	109,0	16,8
1981	0,6	98,0	35,6	295,3	154,4	160,6	92,4	141,7	143,0	110,2	8,4	26,4
1982	40,2	22,7	5,4	60,8	226,4	200,4	116,6	111,2	163,8	80,4	53,6	57,2
1983	52,2	6,2	0,4	62,5	130,4	176,6	178,8	131,6	83,0	103,2	17,0	4,0
1984	48,6	19,4	1,0	27,8	23,6	33,0	244,4	131,8	165,7	127,8	207,4	93,6
1985	11,2	20,0	10,4	149,2	79,6	115,6	125,9	143,0	131,8	223,6	131,2	192,2
1986	9,2	8,8	11,8	68,0	173,2	183,4	46,8	137,0	147,6	149,8	125,8	38,2

Nota. Elaboración propia.

Anexo 27

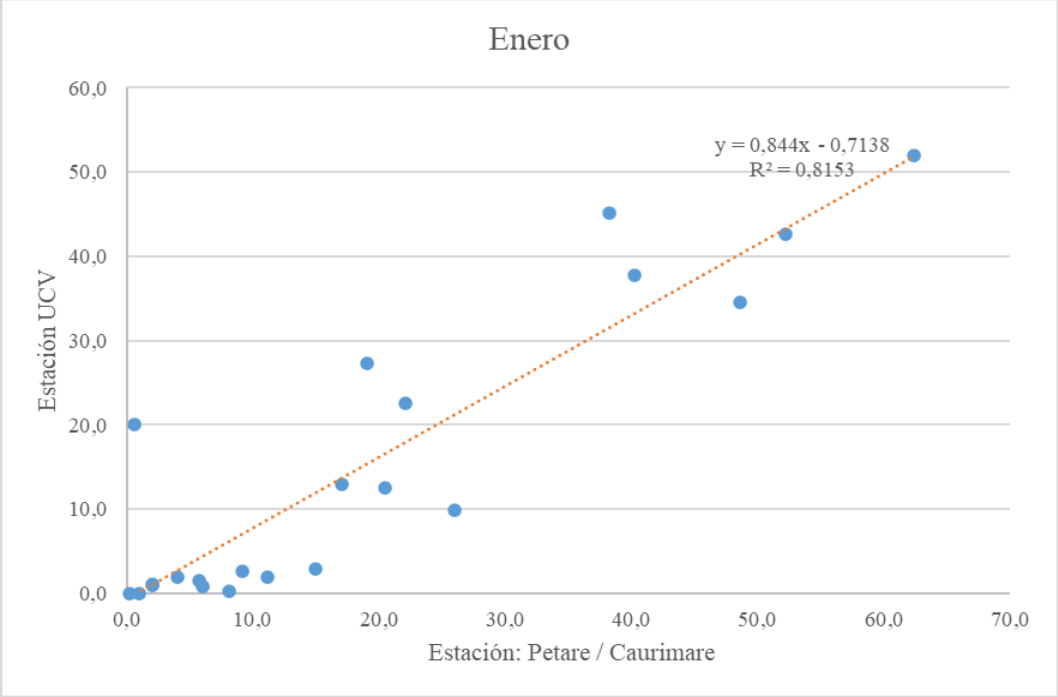
Registro histórico de años comunes entre las estaciones (UCV).

Precipitación Media Mensual (mm) - UCV												
año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1953	30,2	34,8	3,5	22,4	90,7	99,1	105,6	66,7	213,9	84,9	47,5	40,8
1954	12,9	17,9	66,1	112,3	45,7	81,2	168,9	65,8	118,3	287,7	64,4	94,5
1958	2,0	4,4	0,0	15,4	141,3	290,1	164,1	110,6	58,4	67,6	41,6	19,4
1960	1,0	4,2	4,8	126,0	90,1	161,6	132,0	187,0	115,6	24,0	117,8	81,6
1961	0,8	2,8	6,8	1,4	19,3	50,7	190,3	114,2	91,5	24,0	83,9	12,1
1962	2,9	0,9	6,3	4,1	78,4	150,4	75,0	152,6	49,2	91,5	52,8	37,2
1963	27,2	2,9	7,6	60,2	205,2	147,2	93,6	95,1	141,7	67,1	111,2	16,5
1964	1,5	0,0	0,0	41,4	58,1	160,4	171,8	101,9	67,6	83,6	34,8	3,6
1965	52,0	25,5	0,0	16,8	68,9	131,3	192,7	184,8	83,4	19,8	67,0	5,7
1966	22,5	14,9	0,0	83,8	58,7	173,7	78,8	47,2	81,3	94,2	118,6	35,4
1967	12,5	1,4	16,8	59,0	5,9	71,0	101,1	74,6	208,1	71,3	92,9	30,2
1968	0,2	9,5	11,4	110,6	135,1	184,2	113,1	43,4	155,5	80,1	19,7	33,9
1969	45,1	21,0	39,6	58,1	36,9	76,9	59,8	148,1	95,2	128,6	80,9	85,3
1972	33,1	22,0	21,1	30,8	132,2	100,6	52,9	41,7	32,6	123,3	48,6	12,5
1973	59,7	0,0	0,0	63,0	18,5	39,9	42,9	156,6	108,9	66,0	122,8	50,0
1977	0,0	0,7	15,1	0,0	84,2	108,7	87,2	158,3	49,2	108,7	173,7	2,6
1978	0,0	0,0	1,2	106,3	74,4	106,8	84,0	63,7	33,7	146,4	62,2	42,2
1979	1,1	1,0	59,4	69,9	75,0	158,2	80,1	91,9	128,5	179,4	84,8	68,3
1980	9,9	2,7	0,0	55,3	63,4	66,6	162,3	120,5	177,5	55,0	74,2	38,1
1981	20,1	129,5	5,3	319,3	142,7	106,7	125,6	172,6	129,2	45,6	4,4	15,6
1982	37,8	14,2	7,8	39,5	105,7	136,4	61,5	33,8	120,4	48,7	1,7	10,5
1983	42,6	2,5	0,0	55,4	101,0	108,8	60,1	91,1	84,9	97,9	17,4	0,3
1984	34,6	28,9	0,0	48,4	43,1	29,9	185,4	51,4	173,3	171,5	84,1	5,2
1985	2,0	8,4	45,3	73,9	71,6	70,7	111,5	103,5	104,6	89,0	150,7	125,6
1986	2,6	2,0	1,8	64,8	85,0	103,0	20,5	114,0	87,0	106,8	79,8	21,5

Nota. Elaboración propia.

Anexo 28

Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones

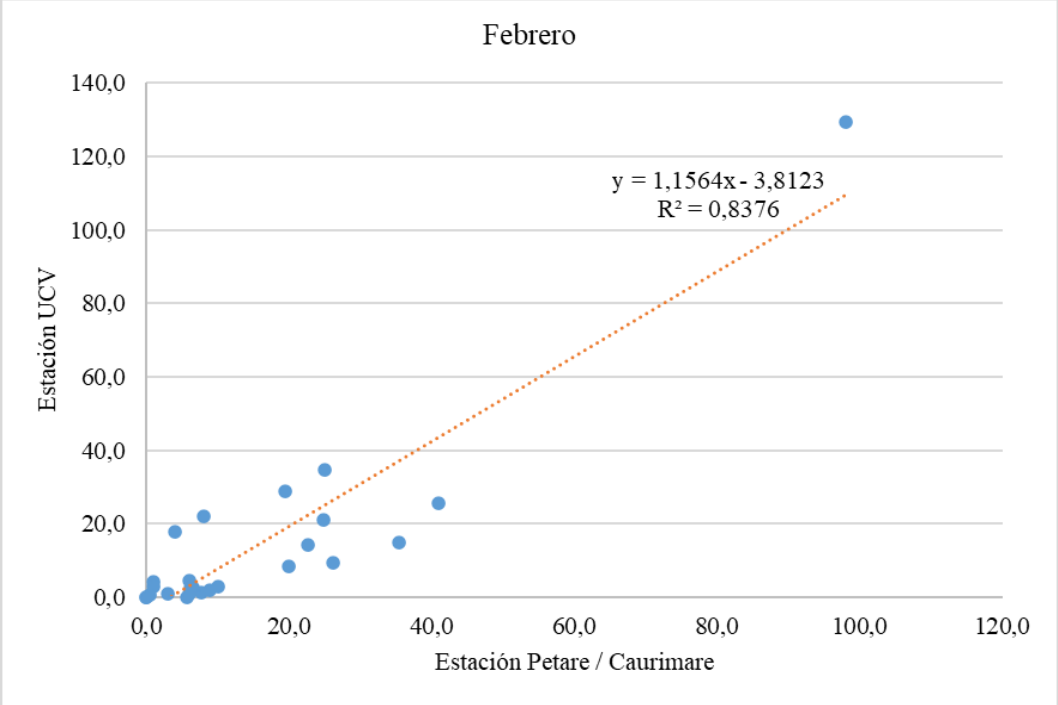


Nota. Esta figura muestra la relación entre dos variables y determina si existe una asociación entre ellas.

De acuerdo con la información obtenida mediante la correlación entre la estación Petare/Caurimare y la estación UCV, para el mes de enero, se pudo determinar que existe una relación entre ambas variables del 81,53%.

Anexo 29

Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones

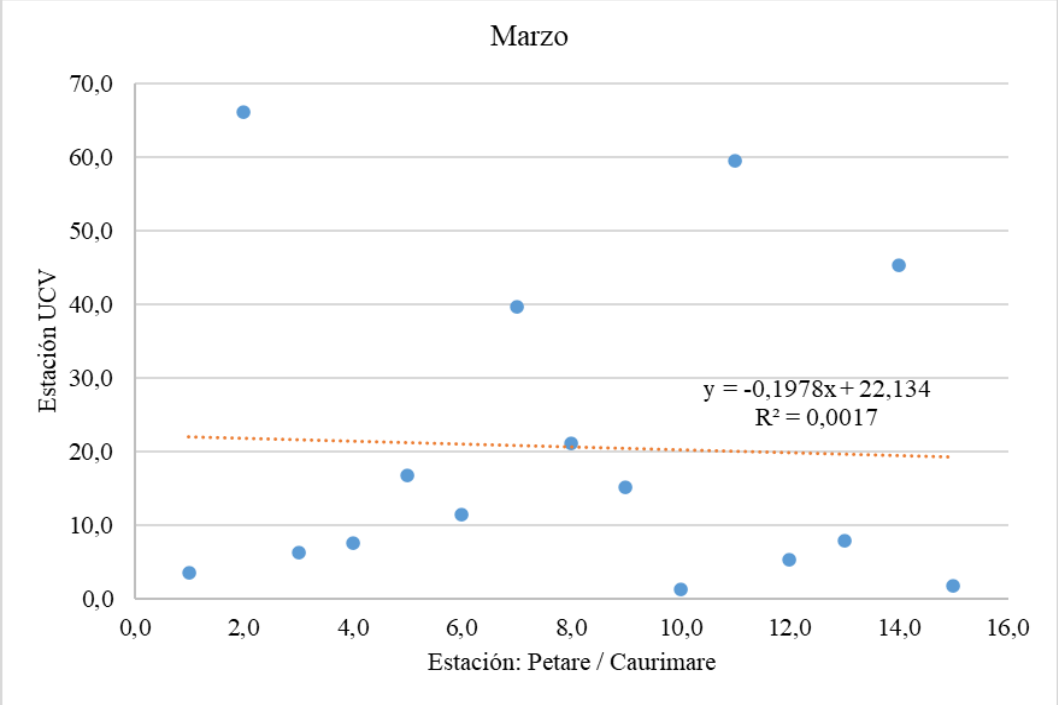


Nota. Esta figura muestra la relación entre dos variables y determina si existe una asociación entre ellas.

De acuerdo con la información obtenida mediante la correlación entre la estación Petare/Caurimare y la estación UCV, para el mes de febrero, se pudo determinar que existe una relación entre ambas variables del 83,76%.

Anexo 30

Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones

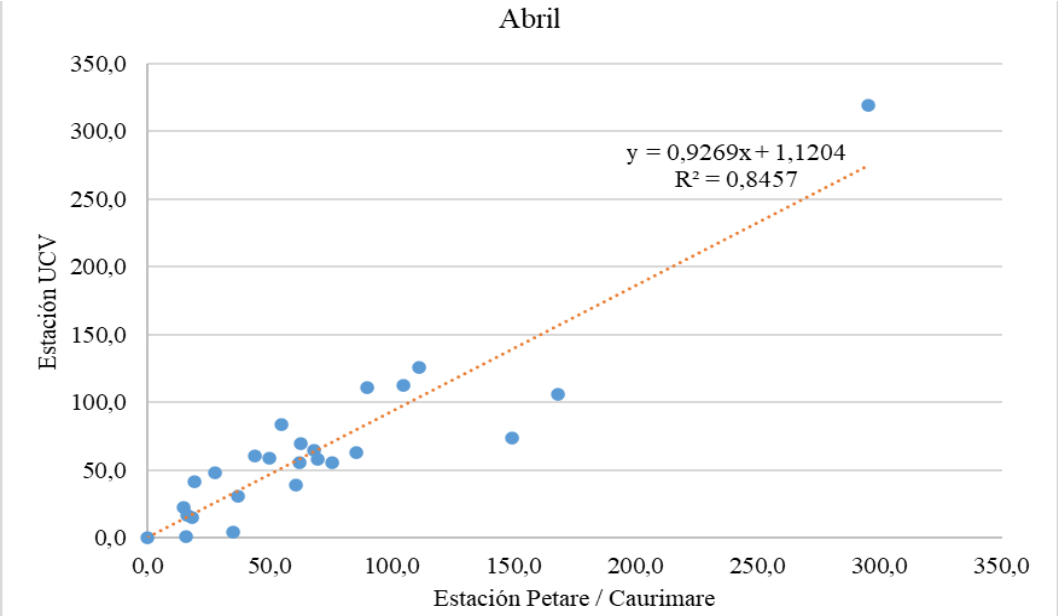


Nota. Esta figura muestra la relación entre dos variables y determina si existe una asociación entre ellas.

De acuerdo con la información obtenida mediante la correlación entre la estación Petare/Caurimare y la estación UCV, para el mes de marzo, se pudo determinar que existe una relación entre ambas variables del 0,17%.

Anexo 31

Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones

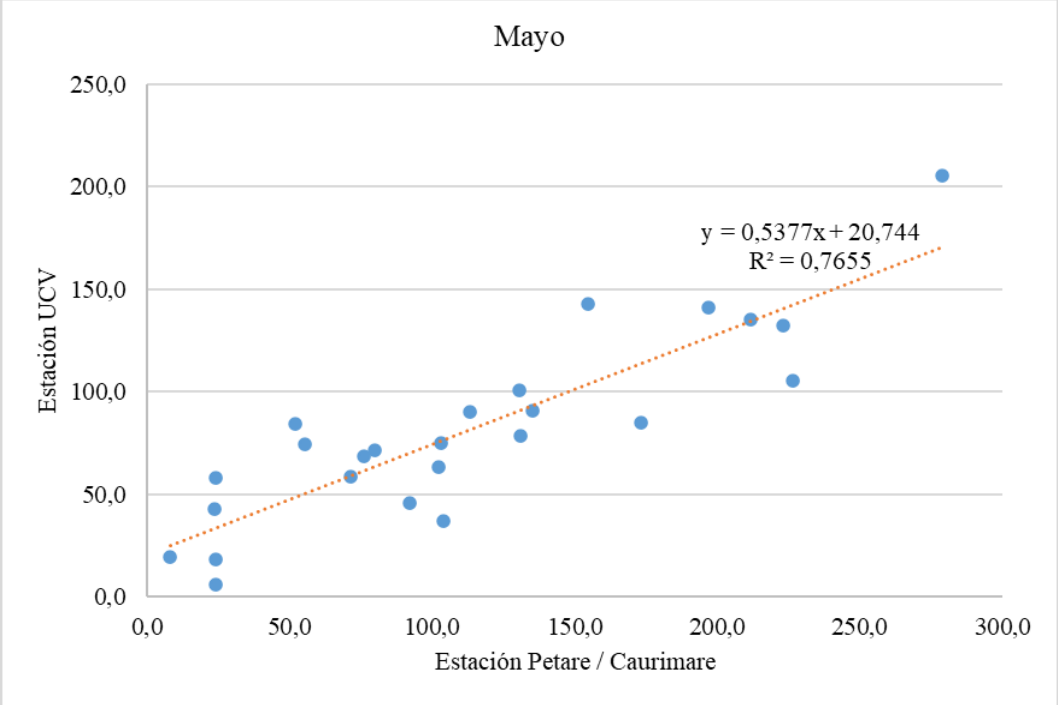


Nota. Esta figura muestra la relación entre dos variables y determina si existe una asociación entre ellas.

De acuerdo con la información obtenida mediante la correlación entre la estación Petare/Caurimare y la estación UCV, para el mes de abril, se pudo determinar que existe una relación entre ambas variables del 84,57%.

Anexo 32

Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones

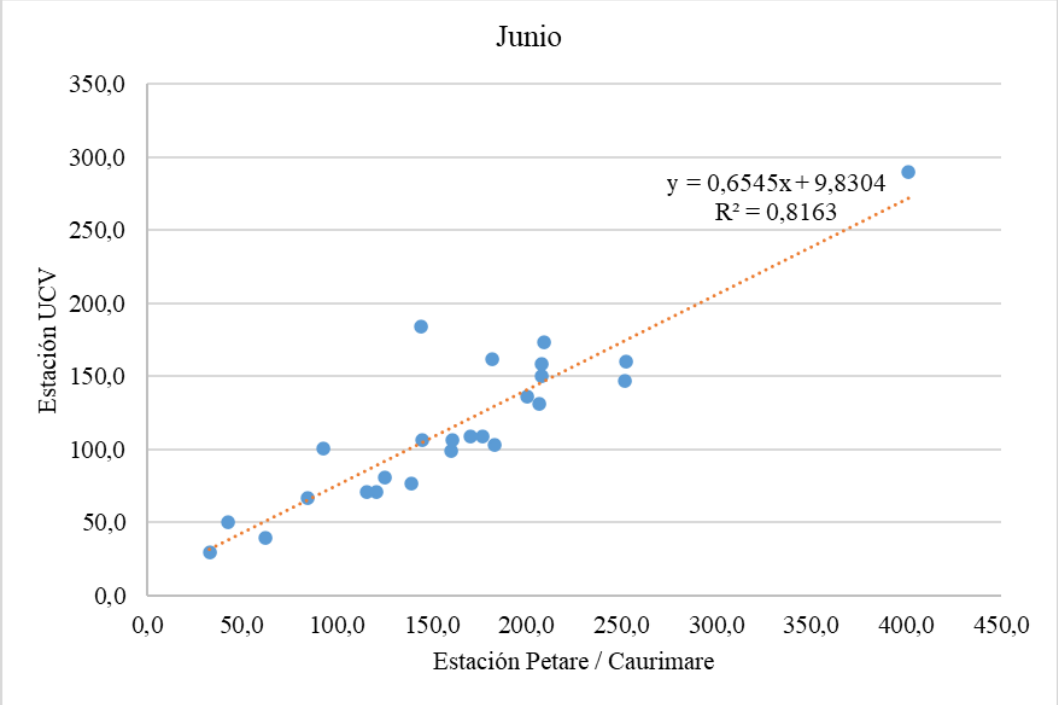


Nota. Esta figura muestra la relación entre dos variables y determina si existe una asociación entre ellas.

De acuerdo con la información obtenida mediante la correlación entre la estación Petare/Caurimare y la estación UCV, para el mes de mayo, se pudo determinar que existe una relación entre ambas variables del 76,55%.

Anexo 33

Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones

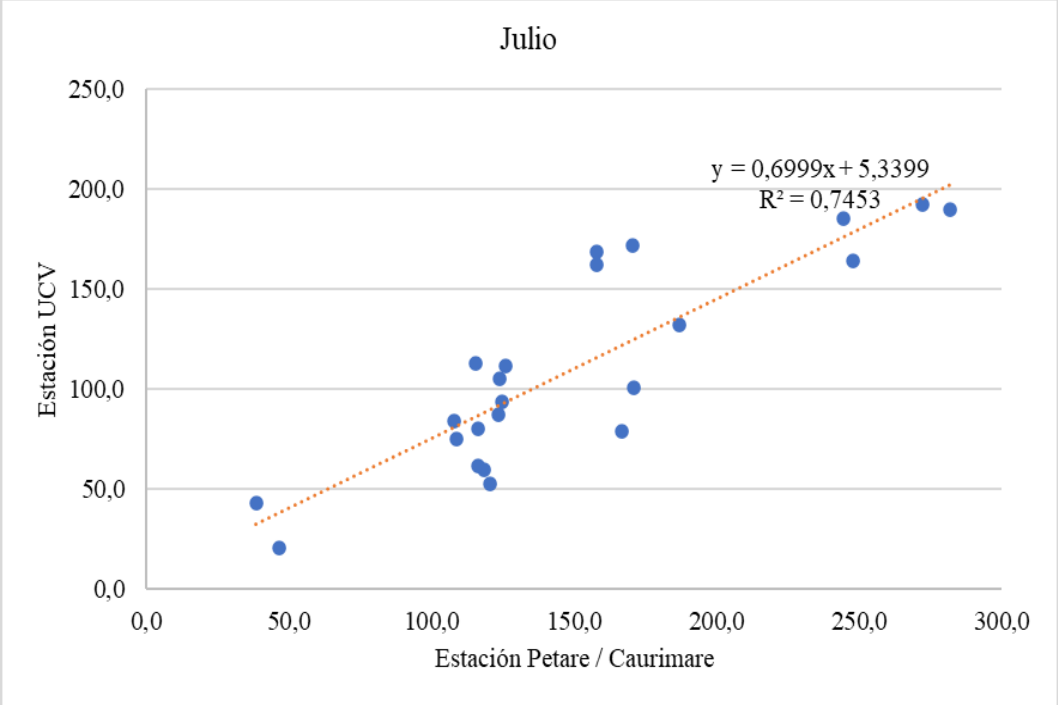


Nota. Esta figura muestra la relación entre dos variables y determina si existe una asociación entre ellas.

De acuerdo con la información obtenida mediante la correlación entre la estación Petare/Caurimare y la estación UCV, para el mes de junio, se pudo determinar que existe una relación entre ambas variables del 81,63%.

Anexo 34

Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones

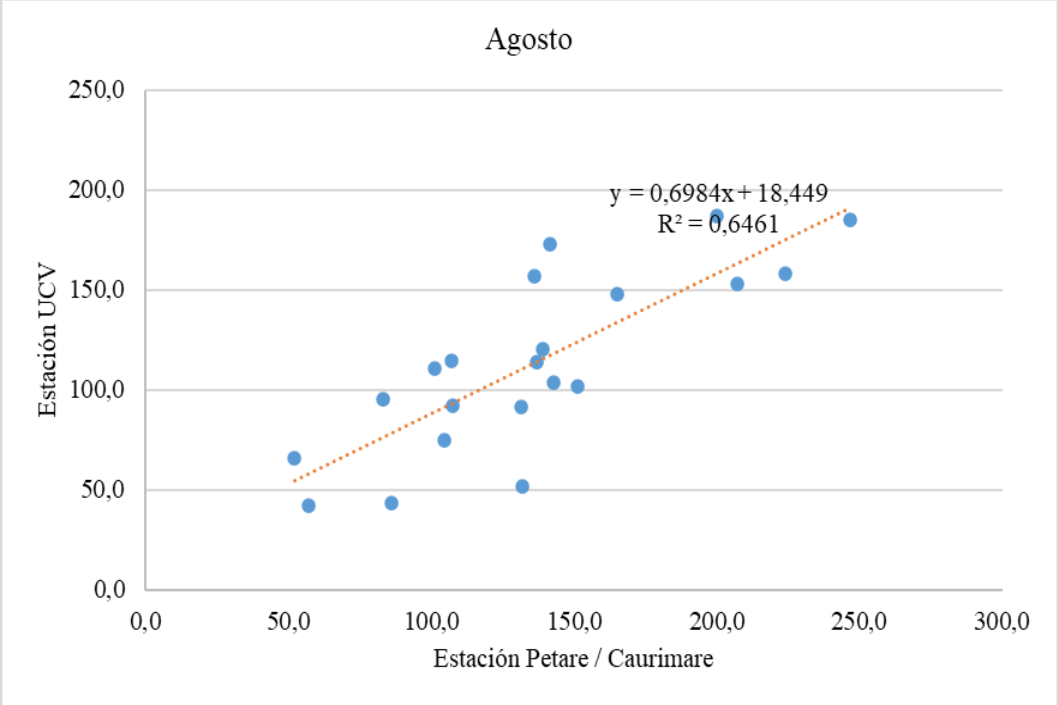


Nota. Esta figura muestra la relación entre dos variables y determina si existe una asociación entre ellas.

De acuerdo con la información obtenida mediante la correlación entre la estación Petare/Caurimare y la estación UCV, para el mes de julio, se pudo determinar que existe una relación entre ambas variables del 74,53%.

Anexo 35

Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones

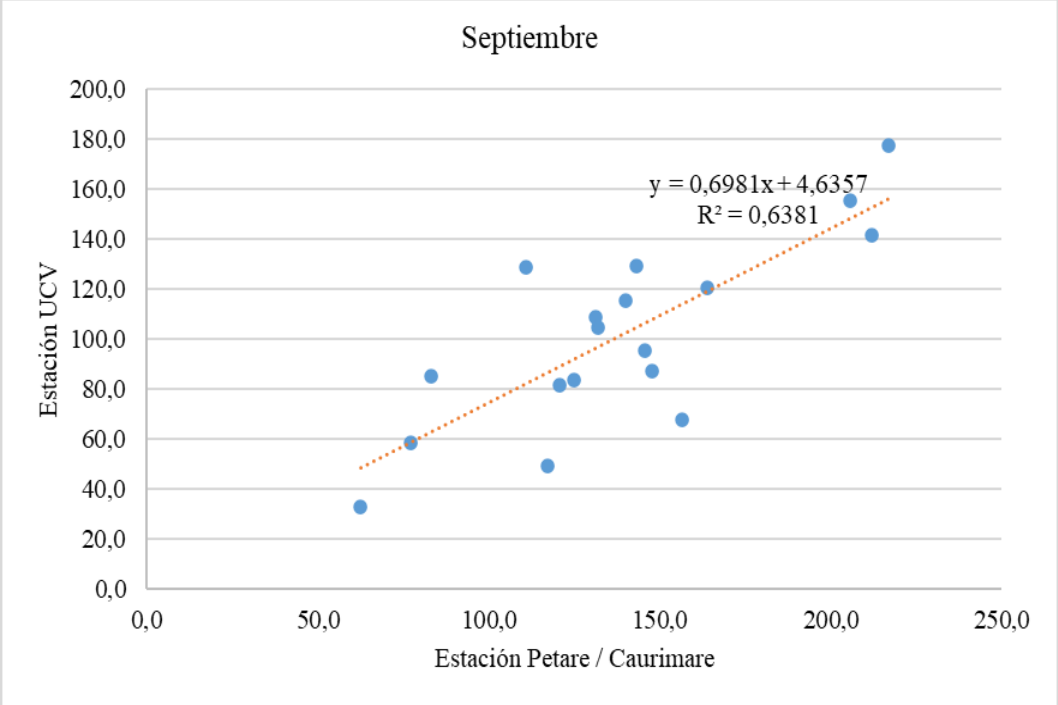


Nota. Esta figura muestra la relación entre dos variables y determina si existe una asociación entre ellas.

De acuerdo con la información obtenida mediante la correlación entre la estación Petare/Caurimare y la estación UCV, para el mes de agosto, se pudo determinar que existe una relación entre ambas variables del 64,61%.

Anexo 36

Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones

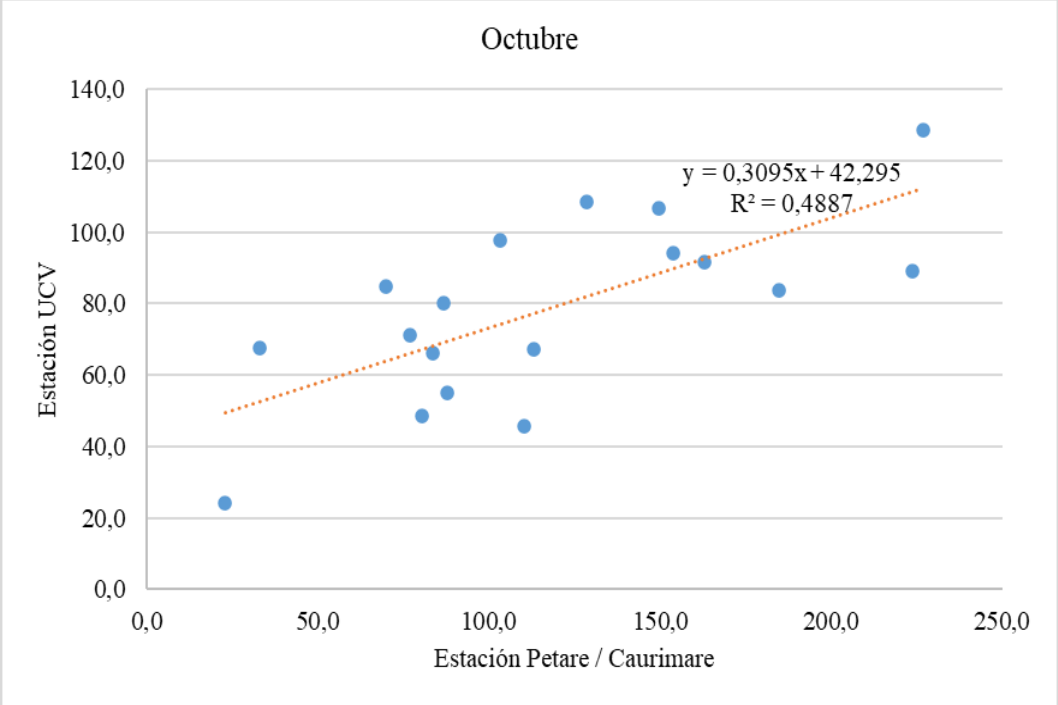


Nota. Esta figura muestra la relación entre dos variables y determina si existe una asociación entre ellas.

De acuerdo con la información obtenida mediante la correlación entre la estación Petare/Caurimare y la estación UCV, para el mes de septiembre, se pudo determinar que existe una relación entre ambas variables del 63,81%.

Anexo 37

Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones

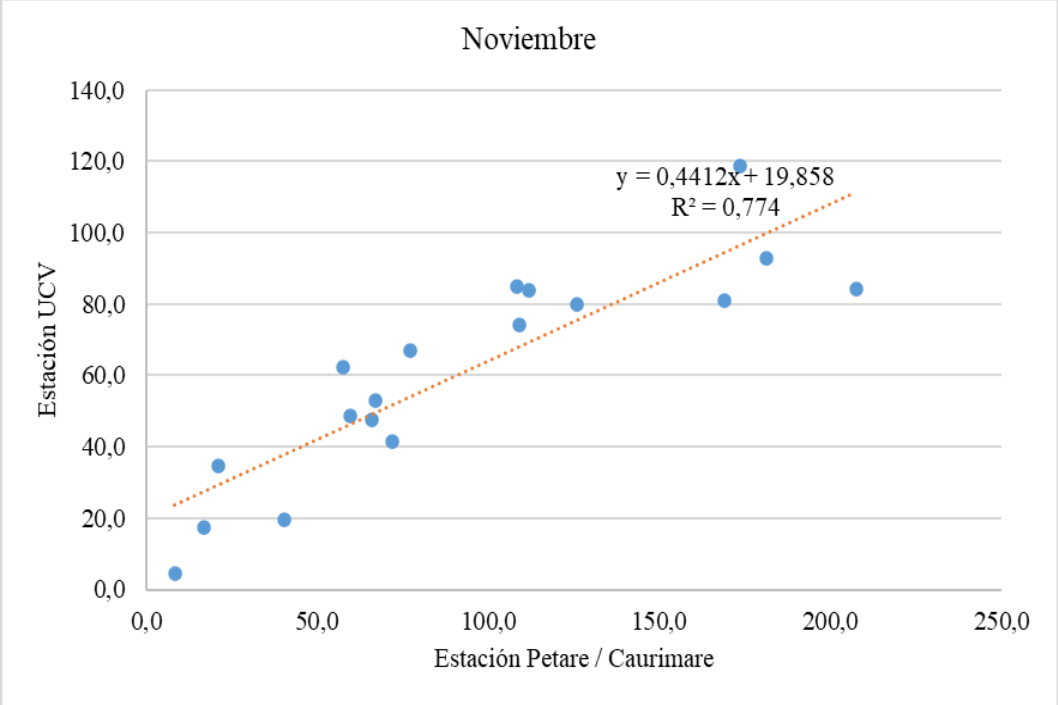


Nota. Esta figura muestra la relación entre dos variables y determina si existe una asociación entre ellas.

De acuerdo con la información obtenida mediante la correlación entre la estación Petare/Caurimare y la estación UCV, para el mes de octubre, se pudo determinar que existe una relación entre ambas variables del 48,87%.

Anexo 38

Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones

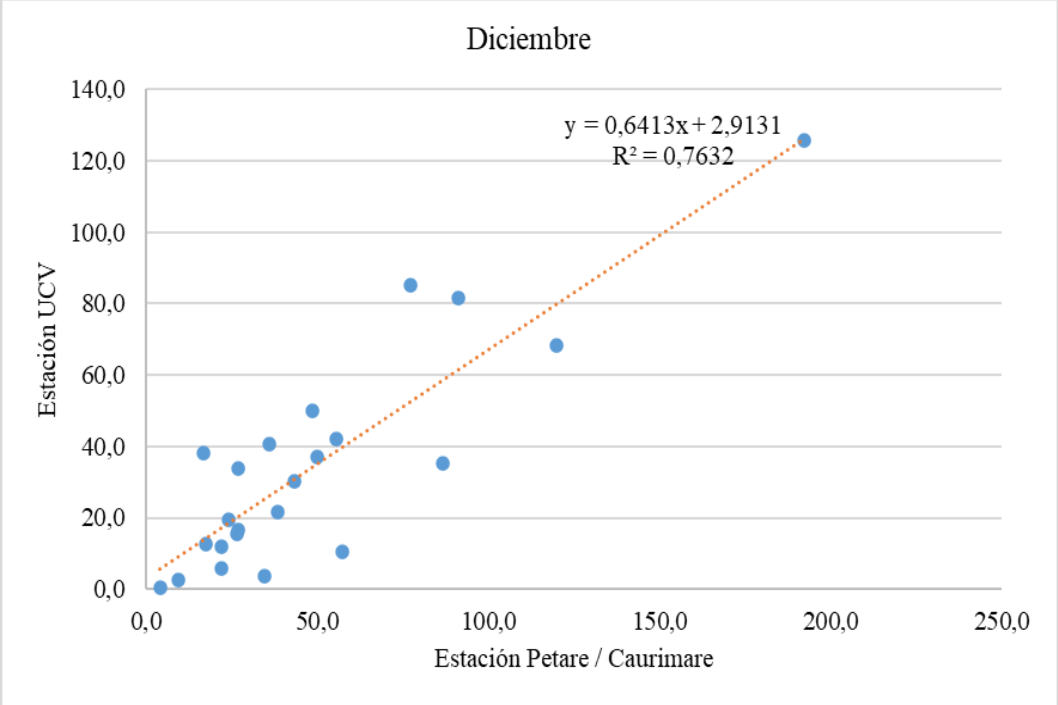


Nota. Esta figura muestra la relación entre dos variables y determina si existe una asociación entre ellas.

De acuerdo con la información obtenida mediante la correlación entre la estación Petare/Caurimare y la estación UCV, para el mes de noviembre, se pudo determinar que existe una relación entre ambas variables del 77,40%.

Anexo 39

Correlación del registro histórico de años comunes entre las estaciones



Nota. Esta figura muestra la relación entre dos variables y determina si existe una asociación entre ellas.

De acuerdo con la información obtenida mediante la correlación entre la estación Petare/Caurimare y la estación UCV, para el mes de diciembre, se pudo determinar que existe una relación entre ambas variables del 76,32%.

Anexo 40

Registro histórico extendido de precipitaciones en Petare/Caurimare

Precipitación Media Mensual (mm)- Petare / Caurimare												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1949	0,8	3,3	111,9	0,0	0,0	178,1	88,4	74,0	112,0	225,0	106,0	114,0
1950	126,0	14,0	6,0	19,0	80,0	313,8	85,1	316,9	80,5	533,5	131,3	58,8
1951	47,3	167,1	0,0	63,5	115,0	209,3	187,0	42,0	158,4	86,0	183,0	97,0
1952	12,0	4,0	8,0	104,0	164,0	101,0	117,0	147,0	246,8	101,0	89,0	75,0
1953	69,0	25,0	6,0	15,0	135,0	160,0	124,0	170,0	188,0	70,0	66,0	36,0
1954	17,0	4,0	11,0	105,0	92,0	125,0	158,0	52,0	0,0	70,0	0,0	0,0
1955	69,0	5,0	29,0	61,4	51,0	225,0	139,0	102,0	170,0	304,0	107,0	28,0
1956	102,0	21,0	47,0	5,0	66,0	93,3	123,0	209,0	104,0	115,0	111,0	127,0
1957	50,0	9,0	1,0	13,0	46,0	155,0	89,0	99,0	162,8	204,2	133,0	30,0
1958	4,0	6,0	0,0	18,0	197,0	401,0	248,0	101,0	77,0	33,0	72,0	24,0
1959	4,0	3,3	1,0	31,0	166,0	135,0	142,2	125,0	161,8	119,6	51,0	32,0
1960	2,0	1,0	0,0	111,0	113,0	182,0	187,0	200,0	140,0	23,0	77,0	91,0
1961	6,0	1,0	0,0	16,0	8,0	43,0	282,0	107,0	243,0	163,0	112,0	22,0
1962	15,0	6,0	21,0	35,0	131,0	208,0	109,0	207,0	168,0	163,0	67,0	50,0
1963	19,0	10,0	72,0	44,0	279,0	252,0	125,0	83,0	212,0	113,0	106,0	27,0
1964	5,7	0,0	1,0	19,0	24,0	252,4	170,4	151,3	156,4	184,7	20,9	34,4
1965	62,4	41,0	0,0	16,5	75,9	206,9	272,0	246,8	124,9	91,7	77,2	21,8
1966	22,1	35,4	0,0	54,9	71,4	209,1	166,8	189,5	120,5	153,8	173,4	86,7
1967	20,5	7,7	73,2	49,8	24,2	120,6	170,9	104,5	137,3	76,9	181,2	43,3
1968	8,1	26,1	13,0	90,2	211,6	144,6	115,6	85,9	205,5	86,9	40,3	26,8
1969	38,2	24,8	15,0	69,8	104,1	139,5	118,6	165,3	145,6	226,8	169,1	77,3
1970	43,4	8,5	58,2	33,8	185,7	278,7	209,7	134,7	110,9	115,2	76,3	67,1
1971	17,3	9,2	12,6	80,9	56,5	79,6	37,4	141,1	139,5	76,3	55,8	40,3
1972	102,5	8,1	6,8	36,8	222,9	93,1	120,6	56,9	62,4	99,4	59,5	17,4
1973	24,8	5,7	17,9	85,5	24,1	62,7	38,5	136,2	131,2	83,5	297,6	48,5
1974	20,2	8,2	3,0	2,0	42,2	43,0	158,8	172,6	130,8	44,9	154,0	0,0
1975	5,0	5,0	111,9	39,6	15,4	146,8	36,2	297,0	39,1	231,3	75,1	22,2
1976	1,0	0,4	1,1	0,0	51,8	170,4	123,6	223,8	117,2	128,7	94,8	9,2
1977	0,2	0,0	8,4	168,2	55,3	145,0	108,2	171,2	99,0	132,4	57,6	55,6
1978	2,0	3,0	94,6	63,0	103,0	207,8	116,6	107,7	110,8	175,4	108,4	120,0
1979	26,0	6,6	0,0	75,8	102,2	84,4	158,0	139,2	217,0	87,8	109,0	16,8
1980	0,6	98,0	35,6	295,3	154,4	160,6	92,4	141,7	143,0	110,2	8,4	26,4
1981	40,2	22,7	5,4	60,8	226,4	200,4	116,6	111,2	163,8	80,4	53,6	57,2
1982	52,2	6,2	0,4	62,5	130,4	176,6	178,8	131,6	83,0	103,2	17,0	4,0
1983	48,6	19,4	1,0	27,8	23,6	33,0	244,4	131,8	165,7	127,8	207,4	93,6
1984	11,2	20,0	10,4	149,2	79,6	115,6	125,9	143,0	131,8	223,6	131,2	192,2
1985	9,2	8,8	11,8	68,0	173,2	183,4	46,8	137,0	147,6	149,8	125,8	38,2
1986	41,0	3,6	21,8	7,4	181,1	134,9	159,6	147,6	144,8	208,4	135,9	29,0
1987	44,4	3,6	111,9	0,0	492,2	58,3	137,1	256,8	166,4	388,4	251,5	57,2
1988	11,3	12,8	94,2	18,2	31,2	362,4	80,7	165,5	208,2	894,4	237,4	74,2
1989	7,5	5,5	84,1	15,0	288,7	110,3	168,8	152,6	265,7	0,0	274,1	0,9
1990	12,8	25,8	111,9	51,1	211,8	220,3	173,1	179,5	266,8	462,7	142,0	39,9
1991	14,5	4,2	0,0	50,4	0,0	95,8	69,5	226,9	178,1	0,0	485,8	31,0
1992	6,8	5,0	111,9	70,0	153,0	205,9	153,1	93,4	119,1	0,0	228,3	83,6
1993	35,7	7,6	85,6	94,6	214,5	185,0	164,8	317,5	104,4	0,0	273,4	58,5
1994	0,8	6,8	111,9	18,1	48,8	91,3	149,0	87,6	91,6	860,1	144,0	53,2
1995	3,8	3,3	0,0	77,4	7,4	152,9	151,8	137,0	121,4	569,3	128,6	3,3
1996	45,0	3,3	110,9	0,0	62,8	203,6	453,7	174,8	160,7	630,7	392,9	240,1
1997	49,4	29,9	110,9	18,9	32,7	165,7	179,8	49,6	108,4	407,8	36,8	8,7
1998	1,3	3,3	0,0	46,6	264,9	272,1	111,8	128,2	79,5	126,7	183,9	73,6
1999	15,5	25,4	63,9	142,9	0,0	92,8	172,3	191,7	169,3	519,9	91,4	290,8
2000	57,5	31,1	0,0	3,2	101,7	106,1	162,5	107,7	275,7	167,1	243,3	25,7
2001	1,4	6,9	85,6	0,0	131,0	62,0	192,8	135,2	127,7	523,8	286,6	131,4
2002	8,8	3,9	86,1	96,9	120,4	116,8	92,7	70,7	151,2	213,6	4,4	38,0
2003	8,0	3,9	40,6	64,7	0,0	91,2	96,1	33,4	109,4	289,2	84,2	49,4
2004	24,5	5,4	108,8	83,7	258,1	139,3	142,1	62,2	119,6	345,4	358,4	20,6
2005	94,8	103,6	111,9	67,9	273,7	284,9	124,7	150,1	131,4	0,0	567,6	129,6
2006	122,4	27,4	37,1	18,4	228,1	97,6	99,0	75,4	90,3	246,5	203,0	0,0
2007	8,5	9,9	0,0	18,8	71,5	148,5	103,4	324,1	147,1	415,8	126,1	89,8
2008	25,5	5,3	84,1	28,1	200,8	127,1	200,0	132,8	89,3	717,6	607,8	56,3
2009	19,3	75,7	0,0	8,8	28,9	44,6	101,7	163,0	230,4	15,2	246,9	0,0
2010	3,6	14,8	15,8	148,5	203,8	299,3	223,3	119,5	348,0	193,9	878,2	191,0
2011	108,5	43,9	25,4	56,1	236,5	161,1	117,5	142,3	216,0	193,9	452,7	288,0
2012	39,7	7,4	0,0	177,9	114,9	99,4	58,7	261,7	59,8	640,1	48,8	50,2
2013	10,4	6,5	97,7	44,3	243,0	53,4	34,7	143,7	204,5	62,4	98,9	80,1
2014	9,5	14,5	111,9	0,4	70,6	66,9	58,8	189,8	242,9	232,0	149,7	80,1
2015	39,9	45,4	68,4	19,9	73,2	58,5	68,0	40,0	124,7	190,0	28,4	0,1
2016	5,3	3,3	0,0	140,6	94,4	225,6	90,2	91,6	156,7	488,5	288,4	129,9
2017	59,5	8,7	0,0	96,5	177,2	144,0	112,4	134,8	139,5	248,8	0,0	82,0
2018	19,8	5,5	49,2	2,1	0,0	59,7	120,1	88,8	224,6	670,8	84,6	0,4
2019	17,2	6,8	111,9	6,8	68,0	99,3	139,0	81,1	69,0	412,6	131,6	73,0
2020	4,5	4,1	111,9	1,6	24,5	206,7	133,1	173,3	287,0	518,9	181,6	0,3
2021	26,3	6,1	0,0	88,3	48,1	152,9	235,8	196,2	75,9	586,8	55,4	47,7
2022	5,6	7,0	14,3	113,5	50,0	155,5	90,2	221,9	219,5	704,4	178,7	73,1

Nota. Elaboración propia

Anexo 41

Balance hídrico considerando el promedio general de consumo y la asistencia actual.

Mes	LL Total	LL Efectiva	Producción	Promedio general de consumo	Número de días	Asistencia inscrita	Consumo total mensual	Almacenamiento del sistema		Cantidad de agua abastecida	Excedente	Cantidad de agua por abastecer	% Aporte
								Disponible	Variación				
	mm	mm	L	L/persona-d	d	p	L	L	L	L	L	L	%
Ene	28,6	24,3	8.265				27.540	0	0	8.265	0	19.275	30,0
Feb	16,6	14,1	4.797				27.540	0	0	4.797	0	22.743	17,4
Mar	40,2	34,2	11.618				27.540	0	0	11.618	0	15.922	42,2
Abr	55,2	46,9	15.953				27.540	0	0	15.953	0	11.587	57,9
May	116,3	98,9	33.611				27.540	6.071	6.071	27.540	0	0	100,0
Jun	153,9	130,8	44.477	5,10	20	270	27.540	13.200	7.129	27.540	9.808	0	100,0
Jul	138,5	117,7	40.027				27.540	13.200	0	27.540	12.487	0	100,0
Ago	146,0	124,1	42.194				27.540	13.200	0	27.540	14.654	0	100,0
Sep	150,4	127,8	43.466				27.540	13.200	0	27.540	15.926	0	100,0
Oct	246,7	209,7	71.296				27.540	13.200	0	27.540	43.756	0	100,0
Nov	162,4	138,0	46.934				27.540	13.200	0	27.540	19.394	0	100,0
Dic	62,0	52,7	17.918				27.540	3.578	-9.622	27.540	0	0	100,0
Totales	1.316,8	1.119,3	380.555				330.480			260.953	116.024	69.527	79,0

Nota. Elaboración propia.

Anexo 42

Balance hídrico considerando la dotación de agua y la asistencia actual.

Mes	LL Total	LL Efectiva	Producción	Dotación	Número de días	Asistencia actual	Dotación total	Almacenamiento del sistema		Cantidad de agua abastecida	Excedente	Cantidad de agua por abastecer	% Aporte
								Disponible	Variación				
	mm	mm	L	L/persona-d	d	p	L	L	L	L	L	L	%
Ene	28,6	24,3	8.265				108.000	0,00	0,00	8.265	0	99.735	7,7
Feb	16,6	14,1	4.797				108.000	0,00	0,00	4.797	0	103.203	4,4
Mar	40,2	34,2	11.618				108.000	0,00	0,00	11.618	0	96.382	10,8
Abr	55,2	46,9	15.953				108.000	0,00	0,00	15.953	0	92.047	14,8
May	116,3	98,9	33.611				108.000	0,00	0,00	33.611	0	74.389	31,1
Jun	153,9	130,8	44.477	20,00	20	270	108.000	0,00	0,00	44.477	0	63.523	41,2
Jul	138,5	117,7	40.027				108.000	0,00	0,00	40.027	0	67.974	37,1
Ago	146,0	124,1	42.194				108.000	0,00	0,00	42.194	0	65.806	39,1
Sep	150,4	127,8	43.466				108.000	0,00	0,00	43.466	0	64.534	40,2
Oct	246,7	209,7	71.296				108.000	0,00	0,00	71.296	0	36.704	66,0
Nov	162,4	138,0	46.934				108.000	0,00	0,00	46.934	0	61.066	43,5
Dic	62,0	52,7	17.918				108.000	0,00	0,00	17.918	0	90.082	16,6
Totales	1.316,8	1.119,3	380.555				1.296.000			380.555	0	915.445	29,4

Nota. Elaboración propia.

Anexo 43

Balance hídrico considerando el promedio general de consumo y capacidad máxima.

Mes	LL Total	LL Efectiva	Producción	Promedio general de consumo	Número de días	Asistencia inscrita	Consumo total mensual	Almacenamiento del sistema		Cantidad de agua abastecida	Excedente	Cantidad de agua por abastecer	% Aporte
								Disponible	Variación				
	mm	mm	L	L/persona-d	d	p	L	L	L	L	L	L	%
Ene	28,6	24,3	8.265				45.798	0	0	8.265	0	37.533	18,0
Feb	16,6	14,1	4.797				45.798	0	0	4.797	0	41.001	10,5
Mar	40,2	34,2	11.618				45.798	0	0	11.618	0	34.180	25,4
Abr	55,2	46,9	15.953				45.798	0	0	15.953	0	29.845	34,8
May	116,3	98,9	33.611				45.798	0	0	33.611	0	12.187	73,4
Jun	153,9	130,8	44.477	5,10	20	449	45.798	0	0	44.477	0	1.321	97,1
Jul	138,5	117,7	40.027				45.798	0	0	40.027	0	5.772	87,4
Ago	146,0	124,1	42.194				45.798	0	0	42.194	0	3.604	92,1
Sep	150,4	127,8	43.466				45.798	0	0	43.466	0	2.332	94,9
Oct	246,7	209,7	71.296				45.798	13.200	13.200	45.798	12.298	0	100,0
Nov	162,4	138,0	46.934				45.798	13.200	0	45.798	1.136	0	100,0
Dic	62,0	52,7	17.918				45.798	0	-13.200	31.118	0	14.680	67,9
Totales	1.316,8	1.119,3	380.555				549.576			367.121	13.434	182.455	66,8

Nota. Elaboración propia.

Anexo 44

Balance hídrico considerando la dotación de agua y capacidad máxima

Mes	LL Total	LL Efectiva	Producción	Dotación	Número de días	Asistencia inscrita	Dotación total	Almacenamiento del sistema		Consumo	Excedente	Cantidad de agua por abastecer	% Aporte
								Disponible	Variación				
	mm	mm	L	L/persona-d	d	p	L	L	L	L	L	L	%
Ene	28,60	24,31	8.265				179.600	0,00	0,00	8.265	0,00	171.334,60	4,6
Feb	16,60	14,11	4.797				179.600	0,00	0,00	4.797	0,00	174.802,60	2,7
Mar	40,20	34,17	11.618				179.600	0,00	0,00	11.618	0,00	167.982,20	6,5
Abr	55,20	46,92	15.953				179.600	0,00	0,00	15.953	0,00	163.647,20	8,9
May	116,30	98,86	33.611				179.600	0,00	0,00	33.611	0,00	145.989,30	18,7
Jun	153,90	130,82	44.477	20,00	20	449	179.600	0,00	0,00	44.477	0,00	135.122,90	24,8
Jul	138,50	117,73	40.027				179.600	0,00	0,00	40.027	0,00	139.573,50	22,3
Ago	146,00	124,10	42.194				179.600	0,00	0,00	42.194	0,00	137.406,00	23,5
Sep	150,40	127,84	43.466				179.600	0,00	0,00	43.466	0,00	136.134,40	24,2
Oct	246,70	209,70	71.296				179.600	0,00	0,00	71.296	0,00	108.303,70	39,7
Nov	162,40	138,04	46.934				179.600	0,00	0,00	46.934	0,00	132.666,40	26,1
Dic	62,00	52,70	17.918				179.600	0,00	0,00	17.918	0,00	161.682,00	10,0
Totales	1.316,80	1.119,28	380.555				2.155.200			380.555	0,00	1.774.645	17,7

Nota. Elaboración propia.

Anexo 45

Resultados de la muestra #1 analizada por parte del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria

Universidad Católica Andrés Bello
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

UCAB

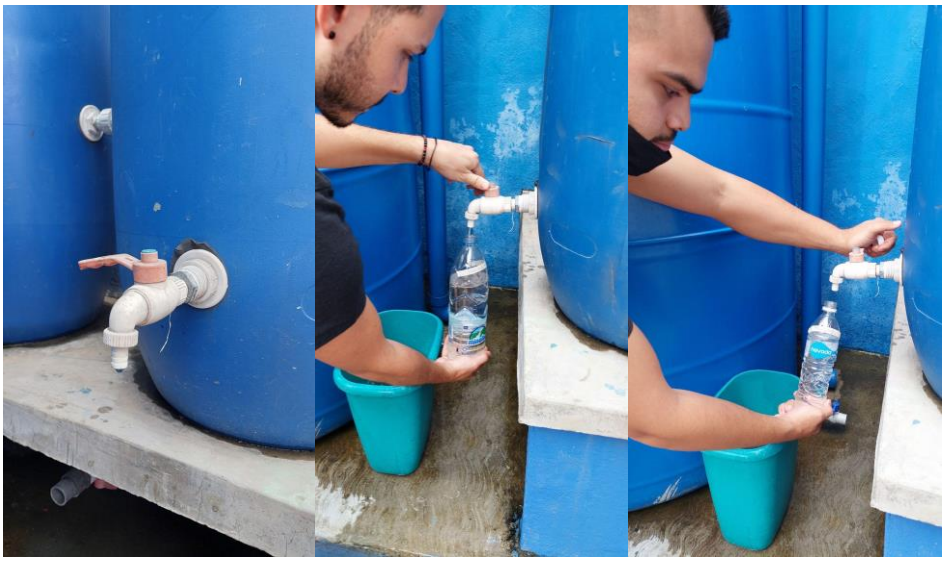
DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA PLUVIAL "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA"

Fecha de captación:	23/05/2023
Laboratorio responsable del análisis:	Laboratorio de Ingeniería Sanitaria UCAB
Código:	#1

Parámetro	Unidad	Valor	Observaciones
pH		7,3	Medido en el laboratorio
Conductividad específica	µS/cm	42	
Alcalinidad	mg/L $CaCO_3$	32	
Turbiedad	UNT	2,9	
Color Real	UCV	5	
Sólidos Disueltos	mg/L	21	
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$	88	
Dureza Cálcica	mg/L $CaCO_3$	28	
Cloruros	mg/L	1,6	
Sulfatos	mg/L	<5	
Nitritos	mg/L	<0,03	
Nitratos	mg/L	<4	
Hierro Total	mg/L	0,04	
Potasio	mg/L	0,8	
Coliformes Totales	NMP/100 mL	≥16	
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	≤2,2	
Heterótrofos	UFC/ mL	150	

Anexo 46

Punto de muestreo 1- Separador de primeras aguas



Anexo 47

Resultados de la muestra #2 analizada por parte del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria

Universidad Católica Andrés Bello

Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA PLUVIAL "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA"

Fecha de captación:	23/05/2023
Laboratorio responsable del análisis:	Laboratorio de Ingeniería Sanitaria UCAB
Código:	#2

Parámetro	Unidad	Valor	Observaciones
pH		7,9	Medido en el laboratorio
Conductividad específica	µS/cm	113	
Alcalinidad	mg/L $CaCO_3$	40	
Turbiedad	UNT	4,8	
Color Real	UCV	5	
Sólidos Disueltos	mg/L	55	
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$	96	
Dureza Cálcica	mg/L $CaCO_3$	24	
Cloruros	mg/L	15,5	
Sulfatos	mg/L	<5	
Nitritos	mg/L	<0,03	
Nitratos	mg/L	<4	
Hierro Total	mg/L	0,14	
Potasio	mg/L	1,0	
Coliformes Totales	NMP/100 mL	≥16	
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	≤2,2	
Heterótrofos	UFC/ mL	80	

Anexo 48

Punto de Muestreo 2- TANQUE N°4

Anexo 49

Resultados de la muestra #3 analizada por parte del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria

Universidad Católica Andrés Bello
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

UCAB

DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA PLUVIAL "LATA DE AGUA", IMPLANTADO EN EL SECTOR BARRIO NUEVO DEL BARRIO SAN BLAS, PARROQUIA PETARE, MUNICIPIO SUCRE, CARACAS-VENEZUELA"

Fecha de captación:	23/05/2023
Laboratorio responsable del análisis:	Laboratorio de Ingeniería Sanitaria UCAB
Código:	#3

Parámetro	Unidad	Valor	Observaciones
pH		8,2	Medido en el laboratorio
Conductividad específica	µS/cm	131	
Alcalinidad	mg/L $CaCO_3$	51	
Turbiedad	UNT	2,1	
Color Real	UCV	5	
Sólidos Disueltos	mg/L	64	
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$	108	
Dureza Cálcica	mg/L $CaCO_3$	32	
Cloruros	mg/L	9,6	
Sulfatos	mg/L	<5	
Nitritos	mg/L	<0,03	
Nitratos	mg/L	<4	
Hierro Total	mg/L	0,14	
Potasio	mg/L	1,3	
Coliformes Totales	NMP/100 mL	9,2	
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	≤2,2	
Heterótrofos	UFC/ mL	10	

Anexo 50

Punto de Muestreo 3- "Salida grifo - Fermín Toro"

Anexo 51

Opinión sobre la importancia de utilizar el agua de lluvia en áreas con escasez del recurso

N°1 ¿Considera que es importante utilizar sistemas de recolección de agua de lluvia en áreas donde hay escasez de agua?	N° de respuestas	%
a) Sí, es una solución sostenible y necesaria.	5	100%
b) No, hay otras soluciones más efectivas.	0	0%
c) Aún no estoy seguro (a) de su importancia y beneficio.	0	0%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 52

Percepción sobre los componentes principales del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia

N°2 Los elementos o componentes principales que tiene el sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia de Lata de agua son	N° de respuestas	%
a) Almacenamiento-filtración-desinfección	2	40%
b) Cubierta-almacenamiento primeras aguas-filtración-desinfección	1	20%
c) Captación-canalización-filtración de primeras aguas-almacenamiento-filtración y desinfección	2	40%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 53

Disposición de los usuarios de implementar un sistema de recolección de agua de lluvia en su hogar

N°3 Con base en la experiencia obtenida con el proyecto Lata de Agua ¿Estarías dispuesto a implementar un sistema de recolección de agua de lluvia en tu hogar?	N° de respuestas	%
a) Sí, definitivamente	5	100%
b) Tal vez, dependiendo de los costos y la viabilidad técnica	0	0%
c) No.	0	0%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 54

Frecuencia del uso del agua de lluvia en las actividades cotidianas

N°4 ¿Utilizas el agua de lluvia en las actividades cotidianas siempre que es posible?	N° de respuestas	%
a) Sí, siempre trato de utilizar el agua de lluvia	5	100%
a) Sí, siempre trato de utilizar el agua de lluvia	0	0%
c) Nunca utilizo el agua de lluvia porque no me gusta	0	0%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 55

Identificación de los requerimientos para potabilizar el agua de lluvia

N°5 Utilizar el agua de lluvia para el consumo humano requiere:	N° de respuestas	%
a) Solo almacenarla	0	0%
b) Solo filtrarla	0	0%
c) Filtrarla y desinfectarla	5	100%

Nota. Elaboración propia

Anexo 56

Nivel de satisfacción y orgullo de los usuarios respecto al uso del agua de lluvia

N°6 ¿Te sientes satisfecho (a) y hasta orgulloso (a) con el uso de agua de lluvia?	N° de respuestas	%
a) Sí, me preocupa la situación del agua y creo que es una solución viable.	5	100%
b) La verdad me es indiferente	0	0%
c) No, porque me interesa muy poco el tema.	0	0%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 57

Consideración de los usuarios de recomendar implantación de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia

N°7 Con base en la experiencia obtenida con el proyecto Lata de Agua, ¿recomendaría a familiares y amigos implementar un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia?	N° de respuestas	%
a) Siempre	4	80%
b) Dependiendo de la situación	1	20%
c) Nunca	0	0%

Nota. Elaboración propia

Anexo 58

Preferencia de los usuarios respecto al tipo de sistema de suministro de agua para la institución en la que trabaja

N°8 Si pudiera escoger el sistema de suministro de agua para la institución donde trabaja, preferiría:	N° de respuestas	%
a) El agua de lluvia con su sistema de captación y aprovechamiento	2	40%
b) El agua suministrada por cisterna	0	0%
c) El agua por tubería	3	60%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 59

Conocimiento sobre la existencia de sistemas que permiten usar el agua de lluvia

N°1 ¿Sabías que existen sistemas que permiten usar el agua de lluvia?	N° de respuestas	%
a) Sí, ya lo sabía.	12	60%
b) No, no lo sabía.	6	30%
c) He escuchado algo sobre eso.	2	10%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 60

Conocimiento sobre el desarrollo del proyecto Lata de Agua en el colegio de los encuestados

N°2 ¿Sabías que en tu colegio se desarrolló el proyecto Lata de Agua?	N° de respuestas	%
a) Sí, si lo sabía.	10	50%
b) No, no lo sabía.	8	40%
c) He escuchado algo sobre eso.	2	10%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 61

Disposición de los usuarios de usar agua de lluvia en sus actividades diarias

N°3 ¿Usas el agua de lluvia en tus actividades diarias cuando es posible?	N° de respuestas	%
a) Sí, siempre que puedo.	15	75%
b) No, prefiero otro tipo de agua.	1	5%
c) No se de dónde viene el agua que uso.	4	20%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 62

Percepción sobre las etapas de sistema de recolección y aprovechamiento Lata de Agua

N°4 El agua de lluvia que se recolecta en el proyecto Lata de Agua:	N° de respuestas	%
a) Se recolecta de los techos, se almacena en un tanque y es desinfectada para su posterior uso.	3	15%
b) Se recolecta de los techos, se almacena en un tanque y es filtrada para su posterior uso.	3	15%
c)Se recolecta de los techos, se almacena en un tanque, es filtrada y desinfectada para su posterior uso.	14	70%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 63

Presencia de un sistema para recolectar agua de lluvia en la casa de los encuestados

N°5 ¿En tu casa hay un sistema para recolectar agua de lluvia?	N° de respuestas	%
a) Sí.	11	55%
b) No.	7	35%
c) No estoy seguro/a.	2	10%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 64

Preferencia de la forma de obtener agua para la escuela

N°6 ¿Cuál crees que es la mejor forma de obtener agua para tu escuela?	N° de respuestas	%
a) Recolectando agua de lluvia con un sistema como Lata de Agua.	9	45%
b) Con camiones cisternas.	2	10%
c) Usando el agua que llega por tubería.	9	45%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 65

Nivel de orgullo por usar agua de lluvia

N°7 ¿Te sientes orgulloso/a de usar agua de lluvia en lugar de otros tipos de agua?	N° de respuestas	%
a) Si, me siento bien sabiendo que cuido el medio ambiente.	14	70%
b) No sé, no he pensado en eso.	2	10%
c) No, prefiero usar otro tipo de agua.	4	20%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 66

Disposición de ayudar a construir sistema de cosecha de agua de lluvia

N°8 ¿Ayudarías a construir sistemas de cosecha de agua de lluvia en tu casa o en la de tus familiares?	N° de respuestas	%
a) Si, estoy dispuesto.	18	90%
b) No sé, no he pensado en eso.	1	5%
c) No, prefiero usar otro tipo de agua.	1	5%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 67

Estimación de los % de aporte para la dotación y promedio general de consumo para 200 días

Asistencia actual (2022-2023)	Lluvia	Sequía	Promedio
5,1	100%	62%	81%
20	60%	15%	38%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 68

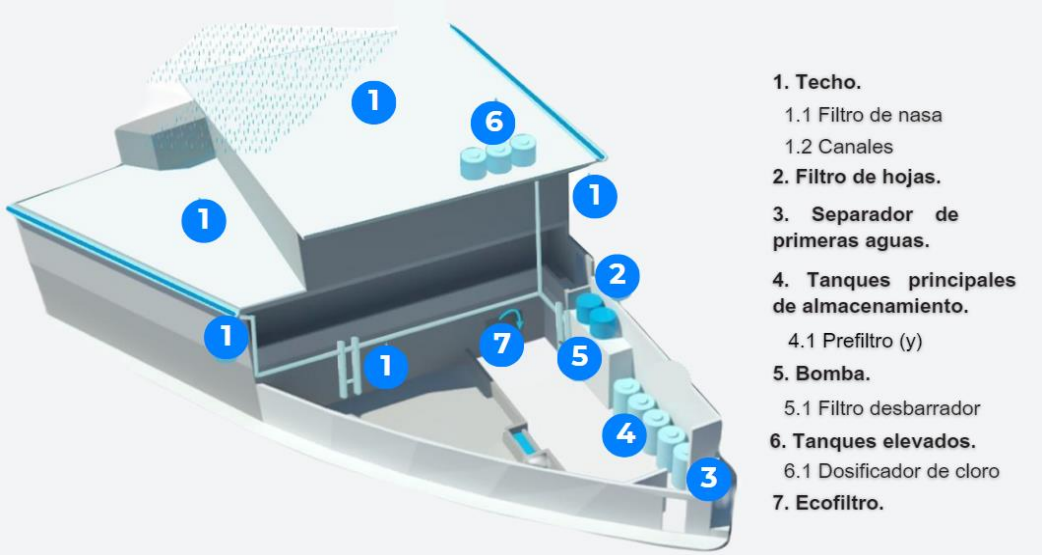
Estimación de los % de aporte para la dotación y promedio general de consumo para 200 días

Capacidad máxima	Lluvia	Sequía	Promedio
5,1	100%	44%	72%
20	36%	9%	23%

Nota. Elaboración propia.

Anexo 69

Infografía de los componentes del sistema de Lata de Agua



Nota. Elaboración propia.