

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**AGUA PLUVIAL Y SU APROVECHAMIENTO
EN EL DISTRITO DE AHUAC, CHUPACA,
JUNÍN 2023**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

AUTOR: Bach. Leydi Estefani Socualaya Orellana

ASESOR: Yina Milagro Ninahuanca Zavala

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Hidráulica, medio ambiente

HUANCAYO – PERÚ

2025

Ing. Yina Milagro Ninahuanca Zavala

Asesor

DEDICATORIA

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme
la fuerza necesaria para culminar esta meta.
A mis padres, por todo su amor y por motivarme a
seguir hacia adelante.
También a mis hermanos, por brindarme su apoyo
moral en esas noches que tocaba investigar.
Y, finalmente, a los que no creyeron en mí, con su
actitud lograron que tomará más impulso

AGRADECIMIENTO

“En primer lugar les agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. También son los que me han brindado el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos”.

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0375 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; titulada:

AGUA PLUVIAL Y SU APROVECHAMIENTO EN EL DISTRITO DE AHUAC, CHUPACA, JUNÍN 2023

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. SOCUALAYA ORELLANA LEYDI ESTEFANI**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **Mg. YINA MILAGRO NINAHUANCA ZAVALA**

Fue analizado con fecha 08/11/2024; con 118 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **20** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 08 de noviembre del 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. TAPIA SILGUERA, RUBEN DARIO
PRESIDENTE

Mtro. ALIAGA CONTRERAS, ARON JHONATAN
JURADO

Mtro. CORDOVA ZORRILLA, NATALY LUCIA
JURADO

Mtro. LARRAZABAL SANCHEZ, LIDIA BENIGNA
JURADO

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. Descripción de la realidad problemática	16
1.2. Delimitación del problema	20
1.2.1. Delimitación conceptual	20
1.2.2. Delimitación espacial	20
1.2.3. Delimitación temporal	21
1.3. Formulación del problema	21
1.3.1. Problema general	21
1.3.2. Problemas específicos	21
1.4. Justificación	21
1.4.1. Social	21
1.4.2. Teórica	22
1.4.3. Metodológica	22
1.5. Objetivos	23
1.5.1. Objetivo general	23
1.5.2. Objetivos específicos	23
CAPÍTULO II	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes	24
2.1.1. Antecedentes internacionales	24
2.1.2. Antecedentes nacionales	28
2.2. Bases teóricas	33
2.2.1. Captación de agua	33
2.2.2. Sistema de captación de agua pluvial	39
2.2.3. Aprovechamiento hídrico	46

2.3. Definición de términos básicos	54
CAPÍTULO III	57
HIPÓTESIS.....	57
3.1. Hipótesis	57
3.1.1 Hipótesis general.....	57
3.1.2. Hipótesis específicas	57
3.2. Variables.....	57
3.2.1. Definición conceptual	57
3.2.2. Definición operacional.....	58
CAPÍTULO IV.....	60
METODOLOGÍA.....	60
4.1. Método de investigación.....	60
4.2. Tipo de investigación	60
4.3. Nivel de investigación	61
4.4. Diseño de investigación	61
4.5. Población y muestra	62
4.5.1. Población	62
4.5.2. Muestra.....	62
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	63
4.6.1. Técnicas	63
4.6.2. Instrumentos	64
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	64
4.8. Validación de instrumentos de recolección de datos	65
CAPÍTULO V	66
RESULTADOS	66
5.1. Descripción del diseño tecnológico.....	66
5.1.1. Cálculo de oferta de agua.....	66
5.1.2. Calidad del agua	74
5.1.3. Cálculo de la demanda de agua	76
5.2. Presentación de resultados.....	77
5.2.1. Agua pluvial y el aprovechamiento en riego de zonas verdes.....	78
5.2.2. Agua pluvial y el aprovechamiento en limpieza de veredas	80
5.3. Prueba de hipótesis.....	81
5.3.1. Agua pluvial y el aprovechamiento en riego de áreas verdes	81
CAPÍTULO VI.....	84
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	84

6.1. Discusión de resultados	84
6.2.1. Agua pluvial y el aprovechamiento en riego de áreas verdes	84
6.2.2. Agua pluvial y el aprovechamiento en limpieza de veredas	87
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXOS.....	98
PANEL FOTOGRÁFICO	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistemas de riego	48
Tabla 2. Indicadores de sostenibilidad de los sistemas de riego	49
Tabla 3. Operacionalización de variables.....	59
Tabla 4. Resultados de las fichas de validez	65
Tabla 5. Precipitación máxima diaria por mes	67
Tabla 6. Precipitación mensual promedio	68
Tabla 7. Número de viviendas y superficie de cobertura	71
Tabla 8. Coeficiente de escurrimiento, según tipo de cobertura	71
Tabla 9. Oferta mensual, cobertura de concreto	72
Tabla 10. Oferta mensual, cobertura de tejas de arcilla.....	72
Tabla 11. Oferta mensual, cobertura de calaminas.....	73
Tabla 12. Resumen de oferta pluvial mensual.....	73
Tabla 13. Análisis fisicoquímico de la calidad del agua	74
Tabla 14. Demanda de agua según la norma de instalaciones sanitarias	76
Tabla 15. Demanda de agua según la norma de instalaciones sanitarias	76
Tabla 16. Demanda de agua para limpieza según la norma de instalaciones sanitarias	77
Tabla 17. Demanda de agua para riego de áreas verdes	78
Tabla 18. Demanda y oferta de agua para limpieza de veredas	80
Tabla 19. Agua pluvial y aprovechamiento para riego de áreas verdes	81
Tabla 20. Estadística de regresión, oferta y demanda de agua para riego de áreas verdes..	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escasez física y económica del agua a nivel mundial.....	18
Figura 2. Ciclo del agua.....	35
Figura 3. Tipos de precipitación (tipo de caída).....	37
Figura 4. Tipos de precipitación (ascenso de masa húmeda)	38
Figura 5. Componentes del SCAPT	40
Figura 6. Manejo integrado de recursos	50
Figura 7. Uso de agua en el tiempo en el Perú	51
Figura 9. Distrito de Ahuac, Chupaca, Junín.....	62
Figura 10. Frecuencia de precipitación máxima diaria por mes.....	67
Figura 11. Frecuencia de precipitación mensual	68
Figura 12. Identificación de tipos de cobertura	70
Figura 13. Número de viviendas y superficie de cobertura.....	71
Figura 14. Resumen de oferta pluvial mensual	74
Figura 15. Análisis fisicoquímico del agua de manantial y pluvial.....	75
Figura 16. Demanda de agua para riego de áreas verdes.....	79
Figura 17. Oferta y demanda de agua para riego de áreas verdes	79
Figura 18. Oferta y demanda de agua para riego de áreas verdes	81
Figura 19. Función polinómica, agua pluvial y aprovechamiento en riego de áreas verdes.....	83

RESUMEN

El problema general de la investigación fue: ¿Cómo se relaciona la captación de agua pluvial y su aprovechamiento en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023?, el objetivo general fue: Determinar la relación entre la captación de agua pluvial y su aprovechamiento en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023.

La investigación se llevó a cabo utilizando un enfoque científico y un diseño que no requería experimentación. La muestra analizada consistió en 93 hogares ubicados en el distrito de Ahuac, agrupando según el tipo de cobertura donde se identificaron techos de concreto, tejas de arcilla y calaminas, para calcular la superficie de captación. Los resultados muestra que la demanda de agua para el riego de zonas verdes y limpieza de veredas se puede abastecer con la oferta de agua para captar este elemento de la lluvia, donde en el primer caso se estimó una demanda de $0.0173 \text{ m}^3/\text{mes}$ a $0.0266 \text{ m}^3/\text{mes}$ que se cubre con la oferta de $7.25 \text{ m}^3/\text{mes}$ a $137.33 \text{ m}^3/\text{mes}$ y en el segundo caso la demanda de agua estimada fue $2.81 \text{ m}^3/\text{mes}$ la cual también se abastece de la oferta del agua que se capta de las casas del distrito a través de los techos. Por lo cual se concluye que existe relación directa entre la captación de agua pluvial y su aprovechamiento en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, debido a que la demanda de agua para el riego de zonas verdes y limpieza de veredas se abastece de forma satisfactoria con la oferta del agua de lluvia captada de los techos de las viviendas del distrito, donde las coberturas más comunes fueron de concreto, tejas de arcilla y calaminas. De esta forma se recomienda considerar una adecuada gestión de riego optimizado como la aspersión o goteo ya que reducen notablemente el uso de agua anualmente y con ello los gastos por su consumo por el riego de zonas verdes e incluso en el riego de cultivos.

Palabras clave: Agua de lluvia, áreas verdes, captación, cobertura, limpieza, riego, superficie de captación.

ABSTRACT

The general problem of the research was: How is the collection of rainwater related to its use in the district of Ahuac, Chupaca, Junín, 2023? The general objective was: To determine the relationship between rainwater collection and its use in the district of Ahuac, Chupaca, Junín, 2023.

The research was conducted using a scientific approach and a design that did not require experimentation. The analyzed sample consisted of 93 households located in the district of Ahuac, categorized according to the type of roofing, which included concrete roofs, clay tiles, and corrugated sheets, in order to calculate the collection area. The results showed that the demand for water for irrigating green areas and cleaning sidewalks could be met by the supply of rainwater collected from rooftops. In the first case, the estimated demand was between 0.0173 m³/month and 0.0266 m³/month, which is covered by a supply ranging from 7.25 m³/month to 137.33 m³/month. In the second case, the estimated water demand was 2.81 m³/month, which is also supplied by the rainwater collected from the rooftops of the houses in the district.

It can be concluded that there is a direct relationship between rainwater collection and its use in the district of Ahuac, Chupaca, Junín, since the demand for water for irrigating green areas and cleaning sidewalks is satisfactorily met by the supply of rainwater collected from the rooftops of district homes, where the most common roofing materials were concrete, clay tiles, and corrugated sheets. Thus, it is recommended to consider proper management of optimized irrigation, such as sprinkling or drip systems, as they significantly reduce annual water usage and consequently the expenses related to water consumption for irrigating green areas and even for crop irrigation.

Key words: Rainwater, green areas, catchment, cover, cleaning, irrigation, catchment area.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso vital tanto para los seres humanos como para otras formas de vida, ya que la polución y la falta de este elemento constituyen peligros para la salud de las personas y para la existencia de los ecosistemas del planeta. Del mismo modo se debe resaltar que en la actualidad la humanidad está tomando medidas frente al desabasto y contaminación del agua. Por lo que en la agenda de los actores políticos de diversas instituciones tanto públicas como privadas se están priorizando la seguridad relacionada con el agua implica una adecuada administración de este recurso y la preservación de su calidad para el consumo humano, así como la recolección y uso responsable del agua de lluvia (IMTA, 2018). En este contexto, una de las opciones de gestión sugeridas es la recolección de agua pluvial desde los techos de las casas en el distrito de Ahuac, destinada al riego de áreas verdes y jardines, así como para la limpieza de las aceras en el parque del área.

De esta forma, el objetivo de la investigación es determinar la relación entre el agua pluvial y su aprovechamiento en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023.

La investigación se basa en un enfoque científico, aplicado, con un nivel correlacional y un diseño no experimental, dado que no se alterarán las variables.

El proceso de investigación comenzó con la recopilación de datos históricos de precipitaciones de la estación Huayao, lo que permitió calcular la disponibilidad mensual de agua utilizando el factor de escorrentía, según el tipo de superficie de los techos de las viviendas seleccionadas en el distrito de Ahuac. A continuación, se determinó la demanda de agua necesaria para el riego de áreas verdes y la limpieza de veredas, siguiendo los requerimientos establecidos por la norma técnica nacional para ambos casos. Además, se

elaboró una propuesta para calcular la demanda de agua destinada al riego de áreas verdes mediante un sistema de aspersión optimizado, que contribuye a reducir significativamente el consumo de agua.

Se desarrollo el estudio en seis capítulos.

Inicialmente se habla del planteamiento del problema se presenta la descripción de la realidad problemática, delimitaciones a nivel espacial, conceptual y temporal, también se adjunta la formulación del problema, objetivos y justificación de la investigación.

Seguidamente, el marco teórico se presentan los antecedentes a nivel internacional y nacional, bases teóricas referentes al tema de investigación.

Luego, la hipótesis, se presentaron la hipótesis general como específica, como también la definición de las variables conceptual y operacional.

En el capítulo 4, la metodología, adjuntando todos los aspectos metodológicos de la investigación como método, tipo, nivel, diseño, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección, técnicas de procesamiento de datos y validación de instrumentos.

En el quinto capítulo de resultados se encuentra la descripción del diseño tecnológico en el que se describe el ordenamiento, presentación y cálculos de la oferta y demanda de agua de lluvia captada a través de techos en el distrito de Ahuac, los resultados y prueba de hipótesis acorde a los objetivos desarrollados.

En el capítulo 6, el análisis y discusión de resultados adjuntando la discusión propia de los resultados según los objetivos específicos y con el respaldo de los antecedentes de la investigación.

Por último, se incluyen las conclusiones, sugerencias, citas bibliográficas, apéndices y un panel fotográfico que respaldan el desarrollo de la investigación.

Bach. Leydi Estefani Socualaya Orellana

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El agua, como elemento esencial de la naturaleza y parte integral de todos los ecosistemas, es fundamental para el mantenimiento y la reproducción de la vida en la Tierra, ya que interviene en numerosos procesos biológicos. Por ende, el recurso hídrico es vital tanto para los seres humanos como para otras formas de vida, dado que la contaminación y la escasez de agua constituyen serias amenazas para la salud de las personas y para los ecosistemas globales. Asimismo, es importante destacar que en la actualidad, la humanidad está adoptando acciones para enfrentar la escasez y la polución del agua. En este sentido, los actores políticos han comenzado a priorizar la seguridad hídrica, proponiendo una gestión adecuada del recurso y garantizando la protección de su calidad para el consumo humano. (IMTA, 2018).

La falta de agua es un problema que impacta a todos los continentes, con alrededor de 1,200 millones de personas residiendo en regiones donde hay una escasez física de este recurso. Además, 500 millones más se encuentran cerca de enfrentar esta situación. Por otro lado, hay 1,600 millones de personas que padecen escasez económica, ya que sus países no

cuentan con la infraestructura necesaria para transportar agua desde lagos y ríos. (ONU: Organización de las Naciones Unidas, 2014).

La escasez de agua representa uno de los principales desafíos del siglo XXI al que las sociedades del mundo se están enfrentando. Debido a que el uso y consumo de agua se incrementó dos veces respecto al crecimiento poblacional. También se debe destacar que la escasez de agua no solo es un fenómeno natural sino también ocasionado por la actividad antrópica. A pesar de que hay suficiente agua potable en el mundo para satisfacer las necesidades de 7,000 millones de personas, su distribución es desigual, se ve afectada por la contaminación y se maneja de manera insostenible. (ONU: Organización de las Naciones Unidas, 2014).

La escasez de agua afecta alrededor del 40% de la población mundial, que de acuerdo con la ONU y el Banco Mundial, las sequías podrían poner en riesgo a 700 millones de personas a desplazarse para el año 2030. La disonancia del crecimiento poblacional está llevando a ciudades como Roma, Ciudad del Cabo, Chennai y Lima a racionar el agua. Así mismo, Van der Heijden menciona que “Si no hay agua, los políticos intentarían controlar este recurso y que es posible el inicio de las peleas por el agua” (BBC news mundo, 2021).

En la actualidad, los hidrólogos especializados evalúan la escasez de agua utilizando la relación entre agua y población. Esta medida se refiere al impacto que tiene la disponibilidad o calidad del agua sobre la demanda en todos los sectores, incluidos los ecosistemas. Además, la escasez puede ser vista como una construcción social o como resultado de las fluctuaciones en los patrones de oferta, influenciadas por el cambio climático. (ONU: Organización de las Naciones Unidas, 2014). La figura, muestra la escasez física y económica del agua a nivel mundial.

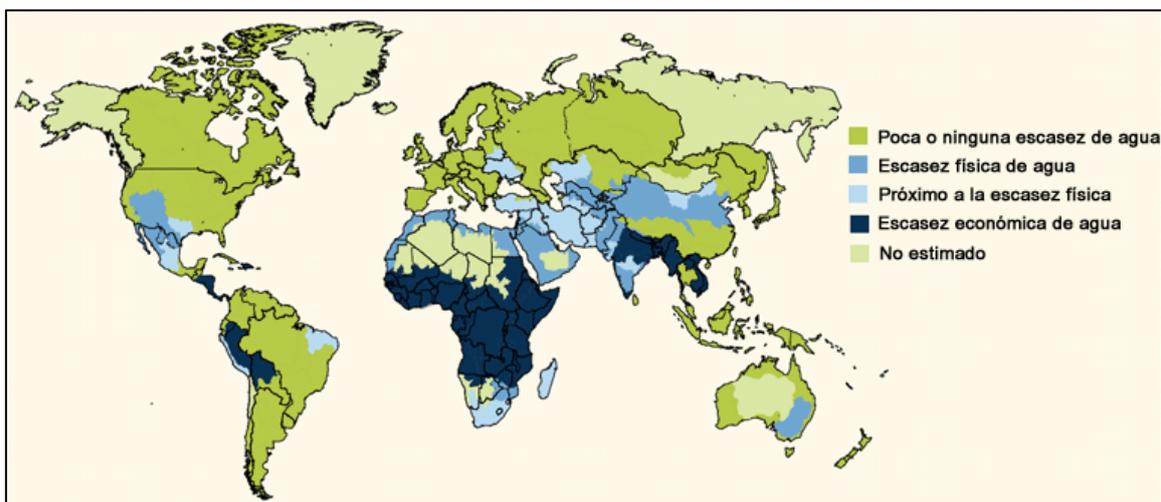


Figura 1. Escasez física y económica del agua a nivel mundial

Fuente: (ONU: Organización de las Naciones Unidas, 2014)

En América Latina, el tema de la escasez de agua puede parecer contradictorio, dado que la región posee un tercio del agua dulce del mundo y un suministro per cápita de 22,929 m³ por persona al año. Así mismo, se debe destacar que la región de Latinoamérica presenta desigualdades en cuanto a la distribución geográfica con zonas húmedas y otras secas, además del 80% de concentración de precipitación en escasos meses del año. Que producen la escasez de agua en ciertas zonas y ciertos periodos que limitan las actividades económicas como agricultura irrigada, industria, minería, producción hidroeléctrica; llegando a ocasionar conflictos entre sectores por el recurso hídrico (Arroyo, 2017).

La paradoja de tener acceso al agua mientras se enfrentan dificultades en su distribución radica en la inseguridad económica del recurso hídrico. Esto está relacionado con la falta de infraestructura, así como con deficiencias en el capital humano, la capacidad institucional, la financiación y la gobernabilidad de un país, lo que lleva a situaciones de escasez a pesar de la disponibilidad del recurso. Se estima que, para satisfacer la demanda de agua en América Latina, es necesario invertir el 0.3% del PIB hasta el año 2030, un nivel que la mayoría de los países de la región aún no ha alcanzado. La implementación de esta inversión en infraestructura hídrica podría generar beneficios en diversas áreas productivas

y sociales, permitiendo la universalización de los servicios de agua potable y logrando una cobertura del 94% en saneamiento, 60% en el tratamiento adecuado de aguas residuales y 85% en sistemas de drenaje eficientes. (Arroyo, 2017).

Perú es un ejemplo evidente de cómo las variaciones geográficas influyen en la distribución del agua. En este país, el 70% de la población y el 90% de la actividad económica se concentra en la costa, donde solo hay un 1.8% de disponibilidad hídrica. Esta situación provoca que esta región sufra impactos económicos significativos debido a la presión sobre los recursos hídricos. (Arroyo, 2017).

Las principales razones detrás de la escasez de agua en Perú incluyen la degradación de ecosistemas en las cuencas altas, ocasionada por el sobrepastoreo, el cambio en el uso del suelo, la pérdida de humedales, el cambio climático y el aumento de las temperaturas. Asimismo, es importante tener en cuenta el uso ineficiente de los escasos recursos hídricos disponibles, ya que tanto las empresas como los individuos contribuyen al consumo innecesario de agua potable, a menudo devolviéndola contaminada. Prácticas diarias como lavarse las manos, cepillarse los dientes, ducharse, cocinar, regar jardines en las ciudades costeras y lavar vehículos en los ríos son ejemplos de hábitos insostenibles que agravan la escasez de agua en el país. (Care, 2021).

En la región Junín, se racionalizó este elemento en la capital de la Región debido a la poca reserva de este líquido en las fuentes naturales. Los directivos de SEDAM afirmaron que debido a la falta de lluvias en el periodo octubre 2020 a marzo 2021, se registró escasez de agua. Por lo cual plantearon la sectorización de agua con la finalidad de brindar de forma racional el agua (Andina, 2021). De acuerdo un estudio realizado en la ciudad de Huancayo, se dedujo que para el año 2030 la población de Huancayo se verá afectada por la escasez, ya

que ascenderá a 152 432 habitantes con escasez además de un racionamiento promedio de 2 horas menos a la situación actual (Gómez & Grijalva, 2012).

La recolección de agua de lluvia en pequeñas escalas, permite realizar actividades básicas del hogar. Ya que es un recurso útil cuando los acuíferos se encuentran contaminados o agotados, además de constituir una herramienta de adaptación al cambio climático en zonas secas o deprimidas (We are water foundation, 2022). Pues se considera una actividad milenaria que se practicaba hace 5 000 años y en las diversas culturas y épocas del planeta iniciaron formas para recolectar y emplear el líquido elemento (Hidropluviales, 2018).

Conforme a lo descrito en los anteriores párrafos, la escasez de agua se debe al cambio climático y las actividades antrópicas como el crecimiento poblacional. Y que la solución a este inconveniente es la recolección de este elemento de la precipitación de las viviendas y aprovecharla en el riego en zonas verdes y aseo de veredas y pistas del distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Delimitación conceptual

Este estudio investigará la conexión entre el uso del agua de lluvia y su gestión en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín.

1.2.2. Delimitación espacial

La actividad en campo se realizó en el distrito de Ahuac, lugar del cual se recolectará la información de la precipitación para la oferta de agua de lluvia y la información de los habitantes de las viviendas muestrales para el cálculo de la necesidad de agua. El procesamiento y organización de datos, se realizará en la ciudad de Huancayo.

1.2.3. Delimitación temporal

Los límites temporales están en correspondencia a la ejecución de la investigación en los meses de setiembre a diciembre del año 2023 y enero del presente 2024. Periodo en el cual se recopilará, organizará y procesará la información.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo se relaciona la captación de agua pluvial y su aprovechamiento en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es la relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en riego de áreas verdes en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023?
- b. ¿Cuál es la relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en limpieza de veredas en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023?

1.4. Justificación

1.4.1. Social

Aguilar (2005) señala que una justificación social surge cuando se presenta como una alternativa viable o como una fuente de información clave, especialmente cuando se comunica en un lenguaje comprensible.

Siguiendo esta idea, el presente estudio facilitará el aprovechamiento del agua de lluvia para el riego de espacios verdes y la limpieza de calles y aceras. Esto tiene como objetivo disminuir el consumo de agua potable en actividades que no requieren necesariamente este recurso. Esto con la finalidad de aprovechar las precipitaciones de la

zona y hacer posible su almacenamiento para poder abastecer a la población durante la temporada de estiaje y de esta forma reducir la falta de agua en dicha temporada. Además de reducir las probabilidades de inundación y colapso de redes de drenaje y alcantarilla del distrito de Ahuac, sin dejar de lado la información de las ventajas del uso de agua de lluvia, a los pobladores, para que se puedan adaptar al cambio climático y contribuir en la mitigación de este.

1.4.2. Teórica

Para Castro (2016), la justificación teórica destaca la relevancia de investigar un problema para el avance de una teoría científica; esto implica evaluar si el estudio podrá conducir a una innovación en el ámbito científico. Así, se generará conocimiento sobre la recolección de agua de lluvia y su uso en el riego de áreas verdes, así como en la limpieza de espacios públicos como aceras. Esto busca disminuir el uso de agua potable y los costos asociados, al mismo tiempo que se garantiza la disponibilidad de agua potable para el consumo humano.

1.4.3. Metodológica

De acuerdo con Espinoza (2014), la justificación metodológica se presenta cuando se sugiere un enfoque para llevar a cabo la investigación que represente una innovación o que utilice una técnica válida.

En este contexto, el estudio busca establecer la relación entre la recolección de agua de lluvia y su utilización en el distrito de Ahuac. Por lo que se tendrá en cuenta los cálculos de diseño del sistema de captación de agua de lluvia, la necesidad de agua de las viviendas y la calidad del agua de lluvia para considerar su uso en la limpieza y riego. Para así poder disminuir el uso de este líquido y los gastos respectivos.

Además, es importante señalar que este estudio será un referente para futuras investigaciones que busquen explorar el uso del agua de lluvia en comunidades de mayor tamaño.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la relación entre la captación de agua pluvial y su aprovechamiento en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023.

1.5.2. Objetivos específicos

- a. Determinar la relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en riego de áreas verdes en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023
- b. Determinar la relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en limpieza de veredas en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Estrada y Esteban (2022) presentaron el artículo de investigación titulado “Prototipo de sistema para riego de uso doméstico mediante captación de agua pluvial”. El agua es un recurso fundamental para la conservación de la vida y la satisfacción de las necesidades básicas de los seres humanos. Sin embargo, el aumento de la población y la inminente disminución de este recurso han llevado a explorar alternativas para su obtención, como la recolección de agua de lluvia en el hogar, complementada con un sistema de riego, lo cual representa una opción productiva para la agricultura doméstica. En este contexto, el objetivo del estudio fue diseñar un prototipo para la recolección, almacenamiento y distribución de agua pluvial destinada al uso doméstico, con un enfoque particular en el riego por goteo de hortalizas en una vivienda en el estado de Puebla. La investigación se llevó a cabo utilizando un método científico y un diseño experimental. La muestra consistió en una vivienda en

Puebla, donde se desarrolló el diseño del prototipo. Para realizar el estudio, se evaluó la viabilidad y eficacia de los sistemas de riego doméstico a través de una revisión bibliográfica y una comparación de diferentes sistemas de riego, con el fin de seleccionar los materiales más apropiados y garantizar que el estudio fuera económicamente viable, ambientalmente sustentable y accesible. Los resultados del diseño del sistema de captación y riego por goteo, construido con PVC, muestran que este sistema puede complementar el suministro de agua potable y reducir su costo anual. Así, la investigación concluye que el sistema es económicamente y ambientalmente viable, especialmente durante los meses de lluvia. Además, se sugiere realizar estimaciones para determinar la cantidad de agua de lluvia requerida para el riego antes de implementar el sistema.

Jiménez (2021) Se presentó un artículo de investigación titulado “Diseño de un sistema de recolección de agua de lluvia para uso doméstico”. Dado que el agua es un recurso natural esencial para el desarrollo de la vida en el planeta, se busca establecer un sistema para el aprovechamiento de las lluvias como alternativa para usos no potables, tales como la recarga de inodoros, el riego de jardines, la limpieza de patios y el lavado de ropa, entre otros. Así, el objetivo general se definió como el diseño e implementación de un sistema para la recolección de agua de lluvia destinado a usos no potables. La investigación se llevó a cabo utilizando un método científico y un diseño no experimental. La muestra se centró en la ciudad de Toluca de Lerdo, en el estado de México. Esta investigación se originó a raíz del informe sobre significativas pérdidas de agua en la ciudad, lo que llevó a especialistas y autoridades a recomendar la creación y adopción de sistemas de recolección de agua de lluvia en hogares e industrias que deseen adoptar prácticas sostenibles. Para el desarrollo de la investigación se instaló el sistema de captación pluvial que puede ser en un área exterior a las viviendas, en el caso de la vivienda con techo a dos aguas se requirieron canaletas, malla

atrapa nieblas y un tanque de almacenamiento, así como de un sistema de bombeo de agua para su distribución. Los resultados de las encuestas realizadas permitieron identificar que se desaprovecha el agua en un 34% en el lavado de vías públicas, de los cuales el 83% considera que dicho desaprovechamiento se debe a problemas hidráulicos en el sistema. No obstante, el 92% de las personas encuestadas consideran que es una falta de higiene usar el agua proveniente de las lluvias con el fin de usarlo para prácticas de hogares, sin dejar de lado que el 58% de las personas tienen escasa información referente a las gestiones de aprovechar el agua de lluvia. El aporte de la investigación fue que la gestión para captar el agua pluvial para uso doméstico es una buena alternativa para afrontar la escasez de agua en poblaciones rurales y urbanas, con la finalidad de reducir el consumo de agua potable.

Parada-Molina y Cervantes (2017) En México se presentó un artículo de investigación titulado “Captación de agua de lluvia y niebla en la temporada seca en la ciudad de Xalapa, Veracruz, México”. La recolección artificial de agua de lluvia y niebla es una práctica que algunas civilizaciones han empleado desde hace mucho tiempo, y actualmente, muchos habitantes en diversas partes del mundo continúan utilizándola. En varias ciudades, incluida Xalapa, acceder al agua potable durante la época seca (de noviembre a febrero) es complicado, lo que genera dificultades para la población debido a la escasez. El objetivo del estudio fue evaluar la cantidad de lluvia y niebla recolectadas y su relación con el consumo promedio de agua en los hogares de Xalapa, Veracruz, durante el periodo de noviembre de 2012 a febrero de 2013. Se utilizó un método científico con un diseño no experimental, centrando la muestra en la ciudad de Xalapa. La cantidad de agua se midió mediante balancines instalados en los techos de las viviendas, mientras que la niebla se recolectó utilizando un colector omnidireccional, comúnmente conocido como colector de cuerda. Los resultados indicaron que la cantidad de agua de lluvia recolectada

mensualmente podría representar entre el 20% y el 35% del consumo promedio mensual, lo que demuestra que la recolección de agua de lluvia es una alternativa viable para abastecer las necesidades domésticas durante la temporada de sequía. En cuanto a la niebla, los valores recolectados fueron bajos, aunque se destacó que la abundante vegetación de la región capta niebla de manera natural. Este estudio concluye que, tras el invierno de 2012-2013, donde se registraron precipitaciones superiores a lo habitual y menos días de niebla, la recolección de agua de lluvia en los hogares se presenta como una opción viable para satisfacer las necesidades de agua potable en la temporada seca.

Espinoza y otros (2018) presentaron en Ecuador el artículo de investigación titulado “Sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico, Isla Jambelí, cantón Santa Rosa”. En la actualidad, la isla Jambelí enfrenta un grave desafío en el abastecimiento de agua potable. Debido a su ubicación geográfica, carece de una fuente natural de agua dulce, lo que lleva a que el sistema de suministro actual ofrezca a sus habitantes agua no apta para el consumo. Como resultado, se ven obligados a adquirir agua potable del continente, lo que genera gastos adicionales para su economía. Ante esta situación, el objetivo de la investigación fue desarrollar soluciones que ayuden a aliviar este problema, mediante la recolección y almacenamiento de aguas pluviales de manera sostenible. La investigación se realizó a través de un enfoque de campo, donde se llevaron a cabo encuestas para identificar los problemas relacionados con la calidad y cantidad de agua potable en la isla. Para ello, se seleccionó una muestra representativa de los hogares de la isla. Posteriormente, se diseñaron los componentes del sistema propuesto, estableciendo las actividades necesarias para asegurar su correcto funcionamiento en una vivienda unifamiliar típica de la isla. Además, se calcularon los costos de implementación, ejecución y mantenimiento del sistema, junto

con un análisis socioeconómico que respalda su adopción como una alternativa viable al sistema actual.

Pérez y otros (2018) presentaron en México el artículo de investigación titulado “Agua de lluvia para consumo humano y uso doméstico en San Miguel Tulancingo, Oaxaca”. El estudio se llevó a cabo en el municipio de San Miguel Tulancingo, Oaxaca, donde los habitantes utilizan 30 litros de agua por persona al día para sus necesidades de consumo y uso doméstico. Esta cantidad es inferior a los 50 litros recomendados por la OMS para garantizar una higiene adecuada y una alimentación básica. Además, la región enfrenta un alto grado de degradación del suelo, limitaciones en el acceso al agua y una considerable marginación social. En este contexto, se estableció como objetivo diseñar un sistema de recolección de agua de lluvia que proporcione a los residentes un suministro de agua de calidad, en cantidad suficiente y de manera continua. El diseño del sistema abarcó la localización a niveles macro y micro, el cálculo de la demanda hídrica, la precipitación pluvial neta, el área efectiva de captación, los diámetros de las tuberías, el volumen del sedimentador, los espacios de almacenamiento y la bomba solar. Finalmente, se completó el diseño de un sistema de tratamiento para purificar y potabilizar el agua de lluvia. El aporte de esta investigación radica en demostrar que el agua de lluvia, como fuente alternativa, puede ofrecer una calidad adecuada para el consumo humano, siempre que se sigan los procedimientos adecuados desde su recolección y almacenamiento hasta su tratamiento, cumpliendo con las normas básicas de higiene.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Guevara (2020) presento en la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, la tesis titulada “Sistema de captación de agua pluvial para abastecer el consumo familiar de agua potable, distrito de Moyobamba - 2018”. La ciudad de Moyobamba enfrenta un serio

desafío relacionado con la escasez del suministro continuo de agua potable. Esta problemática de racionamiento se debe a varios factores, entre los que se incluyen el crecimiento de la población, que ha llevado a que el recurso hídrico no sea suficiente para garantizar el servicio las 24 horas, la escasez de fuentes de abastecimiento y la reducción del caudal de las principales fuentes de agua potable en la región. En respuesta a esta situación, el objetivo del estudio fue analizar la disponibilidad de agua derivada de las precipitaciones para actividades domésticas que no requieren agua potable, así como evaluar la eficacia del sistema de captación de agua de lluvia en términos de ahorro del consumo familiar y el beneficio económico asociado a la reducción en el uso de agua potable. La investigación adoptó un enfoque científico y un diseño no experimental, con una muestra que incluyó a 12 hogares en el distrito de Moyobamba. Para llevar a cabo el estudio, se definió el área destinada a la recolección de agua de lluvia y se realizaron mediciones de las precipitaciones, lo que permitió diseñar los componentes del sistema y evaluar su eficiencia desde las perspectivas técnica, económica y social. Los elementos diseñados incluyeron captación, recolección, conducción, almacenamiento y distribución. Dado que se trata de agua para usos no potables, no se aplicaron tratamientos ni desinfección. Los resultados indicaron un notable ahorro en el consumo de agua potable por parte de los hogares beneficiados, con una reducción de 58 m³ de agua, lo que se tradujo en un ahorro económico de S/ 164.31. La investigación destaca que la eficiencia del sistema de captación de agua de lluvia es significativa en relación al uso de agua potable, ya que el agua recolectada durante marzo y abril puede cubrir el 100% de las necesidades de las actividades que no requieren agua potable en los hogares.

Requejo (2019) presentó en la Universidad Nacional de Jaén – Cajamarca, la tesis titulada “Sistema de captación de agua pluvial en una vivienda unifamiliar para fines

sanitarios y uso doméstico en la ciudad de Jaén - Perú". Al igual que en muchas ciudades del mundo, la falta de acceso al agua se ha intensificado en la localidad de Jaén, especialmente durante las sequías y, de manera paradójica, también en la temporada de lluvias. Esto ha llevado a numerosos cortes en el suministro de agua potable en cualquier momento del día. Además, la situación se complica por la ausencia de un sistema adecuado de drenaje pluvial y un alcantarillado ineficiente. Esta problemática se hace evidente durante las precipitaciones, provocando inundaciones en las calles, el colapso de infraestructuras sanitarias y la exposición de aguas residuales, lo que a su vez causa daños en los pavimentos de concreto y asfalto, así como la propagación de enfermedades tropicales como dengue, chikungunya y zika. En este contexto, el objetivo principal de la investigación fue diseñar y establecer las especificaciones técnicas de un sistema de captación de agua pluvial mediante techos en una vivienda unifamiliar, con el fin de reutilizarla para usos sanitarios y otros propósitos domésticos en Jaén, Cajamarca. Se utilizó un enfoque científico con un diseño no experimental. La muestra incluyó registros históricos de precipitaciones diarias y tres viviendas unifamiliares habitadas por cuatro, cinco y seis personas. Para llevar a cabo la investigación, se calculó la oferta de agua de lluvia en la zona utilizando el método de polígono de Thiessen e isoyetas, basándose en datos de la estación hidrológica de Jaén. Esta información pluviométrica fue procesada mediante análisis estadísticos y verificada con el software Hidroesta 2.0. Es importante destacar que las áreas de captación de agua de lluvia corresponden a techos de 120 m², 160 m² y 200 m² de las viviendas estudiadas. Además, se calculó la disponibilidad de agua no potable en los hogares y se realizó un análisis de la calidad del agua de lluvia capturada por el sistema. Con los datos recopilados y procesados, se desarrollaron los diseños de los diferentes componentes del sistema de captación, conducción y distribución de agua pluvial. Así, el estudio propone métodos alternativos

sostenibles para mitigar el impacto ambiental relacionado con el agua, logrando un ahorro de hasta el 50% en los costos mensuales de facturación del agua potable. También aborda problemas como las inundaciones, la acumulación de focos infecciosos en las calles y el colapso de las redes de drenaje y alcantarillado.

Ruiz (2019) presentó en la Universidad Peruana Los Andes, la tesis titulada “Aprovechamiento hídrico y sistema de captación de agua pluvial en techos de la facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes - Huancayo”. La Universidad Peruana Los Andes, como institución de educación superior, requiere una considerable cantidad de agua potable para actividades de limpieza y riego de áreas verdes, sin aprovechar adecuadamente el recurso del agua pluvial. Los techos de los edificios de la facultad de ingeniería están equipados con canaletas en algunas secciones, mientras que otros presentan losas de concreto diseñadas para dirigir el agua de lluvia hacia un drenaje que desemboca en un recolector público. Esto resulta en una pérdida de la oportunidad de captar y utilizar el agua pluvial en tareas que no demandan agua potable. El objetivo principal del estudio fue determinar la relación entre el uso del agua y el sistema de captación de agua pluvial en los techos de la facultad de ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes en Huancayo. La investigación siguió un enfoque científico con un diseño no experimental. Tanto la población como la muestra se definieron en función de los techos de la facultad. Para alcanzar el objetivo, se recopiló información sobre la precipitación a lo largo de los últimos diez años, así como datos sobre el número de usuarios de los edificios de la facultad y las dimensiones de los techos. Se realizaron análisis de muestras de agua de lluvia para evaluar sus características microbiológicas y fisicoquímicas. Los resultados mostraron que un 54% del agua requerida para actividades como la descarga de inodoros, el riego de áreas verdes y la limpieza general, que no requieren agua potable, se proveía de dos tanques de

almacenamiento con capacidades de 120 m³ y 180 m³. Para esto, se utilizó un área de captación de 3,316.94 m², destinada a una población universitaria de 4,503 personas, incluyendo estudiantes, docentes y personal administrativo. El hallazgo más significativo de la investigación es la identificación de una fuerte correlación entre el uso del agua y el sistema de captación de agua pluvial en la facultad de ingeniería, evidenciada por un coeficiente de correlación de Pearson de 0.88. Esto indica que el 88% del sistema de captación de agua pluvial está relacionado con el aprovechamiento hídrico.

Pimentel (2018), presentó en la Universidad Cesar Vallejo, la tesis titulada “Diseño y sistema de abastecimiento de agua potable mediante la captación de aguas pluviales en el centro poblado Mantacra distrito de Pampas, Huancavelica 2018”. La falta de un sistema eficiente para la recolección de aguas pluviales es un problema común en numerosas provincias de nuestro país. Esto se agrava por el uso inadecuado de este recurso para el abastecimiento de agua potable, ya que no se conocen los métodos apropiados para implementar un sistema que podría resolver diversas dificultades y deficiencias que enfrentan muchas viviendas en la región analizada. En respuesta a esta situación, el objetivo principal del estudio fue establecer un diseño óptimo para un sistema de abastecimiento de agua potable a través de la captación de aguas pluviales en el centro poblado de Mantacra. La investigación empleó un enfoque cuantitativo cuasi-experimental y tenía un alcance explicativo. Para llevar a cabo el estudio, se recopilaron datos hidrometeorológicos de la zona, incluyendo aspectos relacionados con la geomorfología del terreno y los cálculos pertinentes. Como resultado, se demostró la viabilidad del diseño de este sistema utilizando metodologías contemporáneas.

Tapia (2019), presentó en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, la tesis titulada “Diseño de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales en el centro poblado Santo

Domingo del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, región San Martín”. En Perú, la disponibilidad de recursos hídricos varía en diferentes temporadas, lo que posibilita el almacenamiento de agua. No obstante, el alto porcentaje de la población que depende de fuentes superficiales y la crisis hídrica que enfrenta el país son factores cruciales para garantizar el abastecimiento de este recurso. Por esta razón, es fundamental explorar fuentes alternativas para el consumo doméstico, cuyos beneficios dependen de su accesibilidad y de que su uso no cause perjuicios a los habitantes. Así, el objetivo principal del estudio fue desarrollar un sistema para la recolección de aguas pluviales en el centro poblado de Santo Domingo. La investigación adoptó un enfoque no experimental y se centró en una muestra de 15 viviendas de esta comunidad. Al establecer los criterios para la captación, recolección, conducción, tratamiento y almacenamiento de agua de lluvia, el principal aporte de la investigación radica en la propuesta de un diseño no convencional, recomendando que la dotación de agua supere los 20 litros por habitante al día. Asimismo, se sugirió que el volumen de almacenamiento incluya una reserva de 1 m³ para adaptarse a posibles variaciones en las precipitaciones, garantizando así el suministro de agua durante todo el año y facilitando el uso de canaletas de 4” y 6”.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Captación de agua

2.2.1.1. Ciclo hidrológico

El ciclo del agua no comienza en un punto específico, pero en este contexto, se iniciará en el océano, donde el sol impulsa este proceso. El calor del sol calienta el agua de los mares, provocando su evaporación en forma de vapor. Este vapor es transportado por corrientes de aire hacia la parte superior de la atmósfera, donde las bajas temperaturas causan

la condensación del vapor, dando lugar a la formación de nubes. A su vez, las corrientes de aire mueven estas nubes a través de la atmósfera. Las partículas dentro de las nubes colisionan y eventualmente precipitan en forma de agua. Parte de esta precipitación puede presentarse como nieve, que se acumula en capas en glaciares y montañas, almacenando agua congelada durante largos períodos. En climas cálidos, durante la llegada de la primavera, esta nieve se derrite, fluyendo sobre la superficie del terreno como escorrentía, lo que en ocasiones puede provocar inundaciones. (USGS , 2019).

Cabe Es importante destacar que una fracción de la escorrentía llega a los ríos, desde donde el agua se transporta hacia los océanos. El agua de escorrentía y la que surge del subsuelo se acumula en lagos de agua dulce. Sin embargo, no toda el agua fluye hacia los ríos; una porción es absorbida por el suelo a través de la infiltración, permaneciendo en las capas superficiales y regresando a los cuerpos de agua como escorrentía subterránea. Otra parte del agua subterránea puede emerger en la superficie a través de manantiales, mientras que una porción es absorbida por las raíces de las plantas y transpirada a través de las hojas, regresando así a la atmósfera. Adicionalmente, parte del agua se mueve hacia las capas más profundas del suelo, recargando acuíferos que almacenan grandes volúmenes de agua dulce durante extensos períodos. Esta agua continúa su movimiento, y eventualmente, una parte de ella regresa a los océanos, cerrando así el ciclo del agua y permitiendo que se inicie nuevamente. (USGS , 2019).

En la siguiente figura, se puede ver un esquema del ciclo del agua.



Figura 2. Ciclo del agua
Fuente: (USGS , 2019)

2.2.1.2. Agua

Recurso de propiedad común, no cuenta con un propietario y cualquier persona lo puede usar de forma gratuita o realizando un pago bajo, fuera que haya una disposición hacia el pago. Los motivos por los que se considera que el agua no tiene precio, están relacionados a los aspectos históricos y socioculturales, como también el contexto institucional que se gestiona el elemento y administra (Álvarez y Pérez, 2002).

2.2.1.3. Agua atmosférica

Agua que se mueve de manera constante, ya sea de forma gradual o en un flujo intenso, un ejemplo de ellos es: ríos, cuyas aguas tienen mayor cantidad de oxígeno debido el constante movimiento de la masa de agua (Herrera, 2010).

2.2.1.4. Precipitaciones

Forma de humedad que se origina en las nubes y llega hasta la superficie del suelo. Las precipitaciones pueden manifestarse en forma de lluvia, granizo o garúas. Estas formas de precipitación son resultado del ciclo hidrológico y se consideran la principal fuente de agua en la superficie terrestre. Sin embargo, es importante señalar que las precipitaciones excesivas pueden causar daños significativos en áreas agrícolas, rurales y urbanas (Villón, 2011).

Según la Organización Meteorológica Mundial, la lluvia se define como la caída de partículas de agua líquida con un diámetro superior a 0,5 mm, o bien, gotas más pequeñas pero dispersas. También se incluyen los productos generados por la condensación del vapor de agua en la atmósfera, ya sea en el aire libre o en la superficie terrestre. La cantidad de precipitación está influenciada por tres factores clave: la presión atmosférica, la radiación solar y la temperatura.

Asimismo, Kiely (1999) indica que para que la precipitación se produzca, es necesario cumplir con dos condiciones: debe haber núcleos de condensación que impidan que el aire alcance la sobresaturación, y las gotas de agua deben evitar evaporarse al atravesar aire seco; para que de esta forma puedan lograr el tamaño ideal que permita su caída por el efecto de la gravedad.

2.2.1.5. Tipos de precipitación

Las precipitaciones se clasifican en tres categorías: la precipitación líquida, que incluye la llovizna y la lluvia; la precipitación glacial, que comprende la llovizna helada y la lluvia congelada; y la precipitación sólida, que abarca la nieve, los gránulos de nieve, el granizo, así como los copos y cristales de hielo. (Inzunza, 2010).

Por otro lado, se debe mencionar que también se cuentan diversos tipos de precipitación de acuerdo a la forma en la que caen y se describen en el siguiente esquema (Aguilar, 2004).

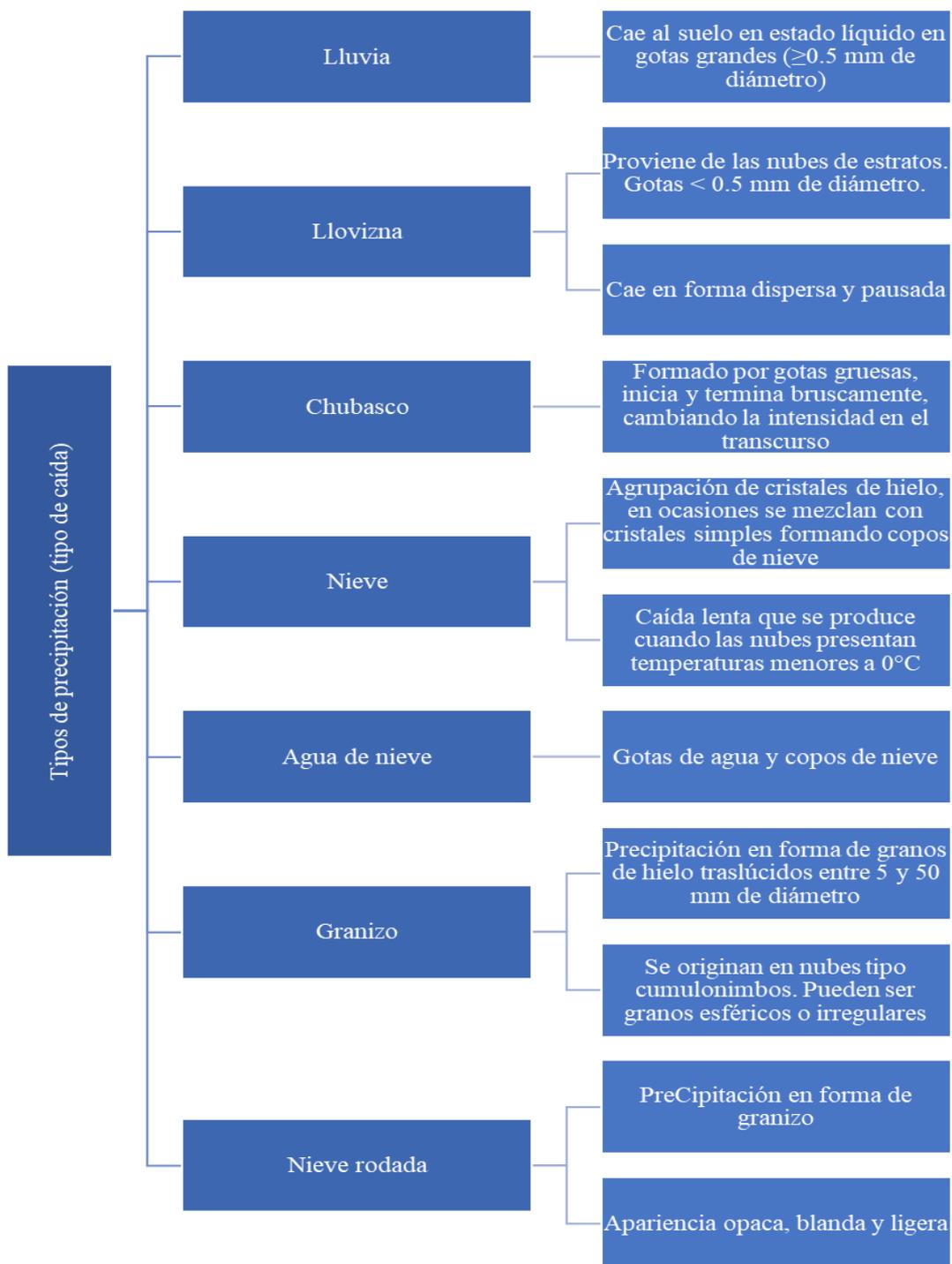


Figura 3. Tipos de precipitación (tipo de caída)

Fuente: (Aguilar, 2004)

Herrera (2014), Indica que, según el motivo que provoca el ascenso de la masa de aire húmedo, se pueden distinguir tres categorías de precipitación. En el esquema de muestran dichos tipos.

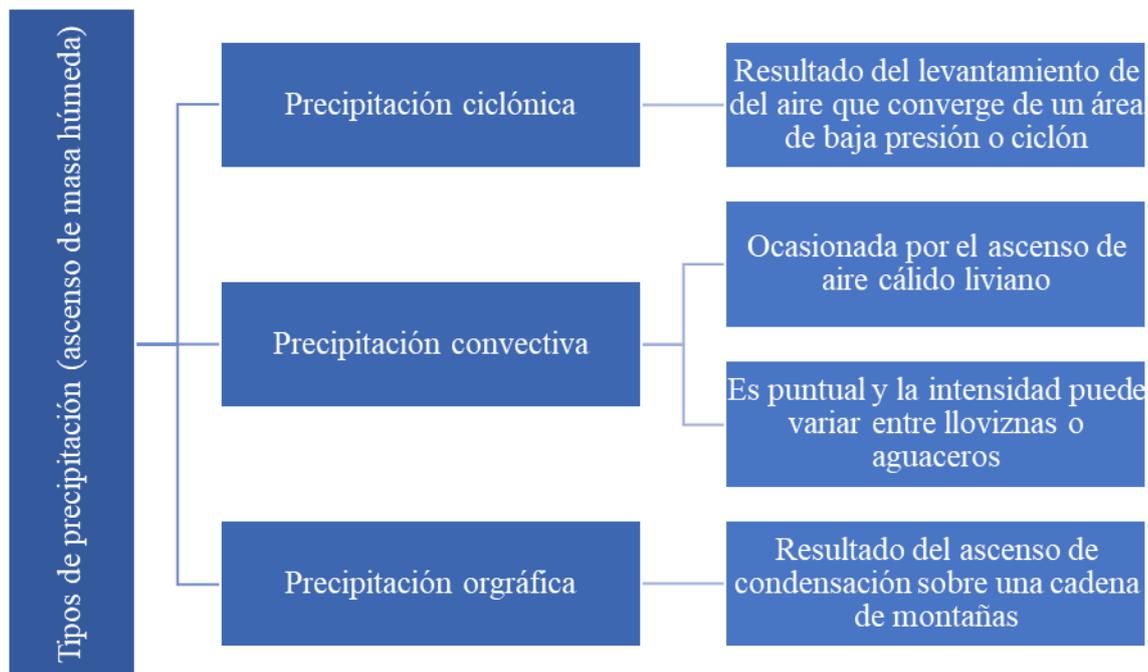


Figura 4. Tipos de precipitación (ascenso de masa húmeda)

Fuente: (Herrera, 2004)

2.2.1.6. Medición de precipitación

La cuantificación de la lluvia se lleva a cabo utilizando un pluviómetro, un dispositivo sencillo que consiste en un recipiente con una escala graduada, el cual mide los litros recolectados en un lugar específico y durante un período determinado (pluviómetros totalizadores). Además, su medición puede reflejar la precipitación de extensas áreas (Arriaga, 2019). Existen diversas clases de pluviómetros:

- ✓ Pluviómetro estándar: Este es el más común y se utiliza actualmente en aeropuertos y estaciones meteorológicas oficiales. Consta de un cilindro de 50 centímetros de

altura y un embudo de 20 centímetros de diámetro. La gran altura del agua en el tubo permite a los meteorólogos obtener mediciones más precisas de las precipitaciones.

- ✓ Pluviómetro manual: Se trata de un dispositivo simple para medir la lluvia, compuesto por un recipiente cilíndrico, usualmente de plástico, con una escala graduada. La altura del agua en el recipiente representa la cantidad de precipitación y se expresa en milímetros.
- ✓ Pluviómetro con tubo de descarga: Este modelo utiliza dispositivos electrónicos para medir en lugar de cinta de papel, registrando así el volumen y la duración de la precipitación. En la mayoría de estos pluviómetros, el agua sale por la parte inferior, lo que elimina la necesidad de vaciarlo manualmente. Permite calcular la cantidad de lluvia caída sin requerir supervisión constante, y también es útil para evaluar la intensidad de la precipitación. Dentro de esta categoría, el pluviómetro de balancín es el más común.
- ✓ Pluviómetro de báscula: Este dispositivo consiste en un recipiente colocado sobre una balanza que mide el peso del agua de lluvia acumulada.

2.2.2. Sistema de captación de agua pluvial

La recolección de agua de lluvia es una alternativa para obtener agua destinada al consumo humano y agrícola. En diversas regiones del mundo donde no hay suficiente agua disponible en calidad y cantidad adecuadas, se recurre a la lluvia como fuente de abastecimiento (OPS, 2004).

Para la recolección de agua pluvial con fines domésticos, comúnmente se utiliza la superficie de los techos, lo que se conoce como SCAPT (Sistema de Captación de Agua Pluvial de Techos). Este método no solo es efectivo, sino que también ofrece la ventaja de minimizar la contaminación del agua recolectada. De forma adicional, el excedente de agua

pluvial, se puede emplear en áreas verdes pequeñas para la producción de algunos alimentos que puedan complementar las dietas de los estilos alimenticios (OPS, 2004).

Del mismo modo, se debe resaltar que la captación de agua para uso agrícola requiere de mayores superficies de captación para poder abastecer la necesidad hídrica de los diversos cultivos (OPS, 2004).

2.2.2.1. Componentes del sistema de captación

En la figura, se puede observar el diagrama que muestra los elementos de un sistema para la recolección de agua pluvial.

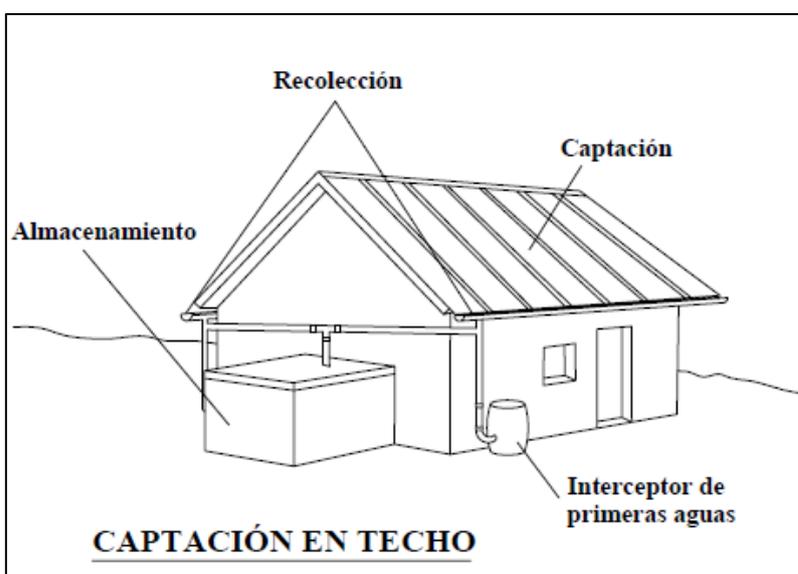


Figura 5. Componentes del SCAPT
Fuente: (OPS, 2004)

A. Captación

El sistema de captación de agua pluvial está constituido por el techo del edificio, el cual debe tener una inclinación y una superficie adecuada para facilitar el drenaje del agua de lluvia hacia el sistema de recolección. En los cálculos, es importante tener en cuenta la proyección horizontal del techo.

El material principal utilizado para la recolección de agua en los techos es la plancha de metal, seguida por tejas de arcilla y paja, entre otros. Es relevante mencionar que la

plancha metálica es ligera, fácil de instalar y requiere poco mantenimiento; sin embargo, puede resultar costosa y difícil de encontrar en algunas regiones.

Por otro lado, las tejas de arcilla son más económicas y ofrecen una buena superficie, aunque son pesadas y frágiles debido a su material, lo que requiere una estructura adecuada para su instalación. En el caso de la paja, al ser un material vegetal, presenta desventajas, ya que libera lignina y taninos que pueden afectar la salud. Por ello, el agua recolectada en estructuras de paja sería utilizada en aplicaciones no destinadas al consumo doméstico. (OPS, 2004).

B. Recolección y conducción

Se compone de canaletas instaladas en los bordes inferiores del techo, donde el agua se recoge antes de descender al suelo.

Se recomienda que el material de las canaletas sea liviano, resistente al agua y con uniones fáciles para reducir las fugas de agua. Los materiales que se pueden emplear son PVC, bambú, madera, entre otros (OPS, 2004).

C. Interceptores

Este sistema, a menudo denominado dispositivo de desagüe de las primeras aguas, se encarga de recolectar el agua que proviene del lavado de los techos y que incluye todos los residuos presentes al comienzo de la precipitación. Su función es prevenir que contaminantes indeseados entren en el tanque de almacenamiento, lo que ayuda a reducir la contaminación tanto del agua ya acumulada como de la que se recolectará en el futuro. (OPS, 2004).

D. Almacenamiento

Componente destinado a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario y con mayor énfasis en la temporada de sequía. El sistema debe ser resistente y cumplir con las siguientes características:

- ✓ Debe ser impermeable para prevenir la pérdida de agua por filtraciones o evaporación.
- ✓ Su altura no debe exceder los 2,0 metros, con el fin de reducir las sobrepresiones.
- ✓ Debe incluir una tapa para evitar la entrada de polvo, luz solar e insectos.
- ✓ Es necesario contar con una escotilla con tapa sanitaria que permita el acceso a una persona para realizar tareas de limpieza y mantenimiento.
- ✓ Debe tener mallas en las entradas y en los reboses para impedir que ingresen insectos y animales.
- ✓ Incluir mecanismos para el drenaje y la evacuación de agua.

En cuanto a los materiales para los tanques de almacenamiento de agua de lluvia, estos pueden ser de los siguientes tipos (OPS, 2004):

- ✓ Mampostería, adecuada para volúmenes de entre 100 y 500 litros.
- ✓ Concreto armado, apto para cualquier capacidad.
- ✓ Concreto, también adecuado para cualquier volumen.

E. Tratamiento

El tratamiento se debe basar en la remoción de partículas que no se pudieron retener con el dispositivo interceptor de las primeras aguas y a la caracterización microbiológica y bacteriológica. Para el tratamiento se puede emplear filtros de mesa de arena seguida de emplear cloro para desinfectar (OPS, 2004).

2.2.2.2. Información básica para el diseño

A. Bases del diseño

Para el diseño del sistema de captación de agua de lluvia, se debe tener en cuenta lo siguiente (OPS, 2004).

- ✓ Precipitación en la zona. Es necesario conocer datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años a 15 años de antigüedad
- ✓ Tipo de material con que se construirá la superficie de captación
- ✓ Número de personas beneficiadas
- ✓ Demanda de agua

B. Criterios del diseño

La OPS (Organización Panamericana de la Salud), Se utiliza el método para calcular el volumen del tanque de almacenamiento, el cual tiene en cuenta datos históricos de precipitación. Esto permite estimar la cantidad de agua que se puede recolectar por cada metro cuadrado de superficie de techo, lo que a su vez ayuda a determinar el área de techo necesaria y la capacidad del tanque, así como el volumen total de agua para una superficie determinada (OPS, 2004).

La información adicional necesaria para el diseño incluye:

- ✓ Cantidad de usuarios.
- ✓ Coeficiente de esorrentía:
 - Calamina metálica: 0,9.
 - Tejas de arcilla: entre 0,8 y 0,9.
 - Madera: entre 0,8 y 0,9.
 - Paja: entre 0,6 y 0,7.
- ✓ Demanda de agua.

A continuación, se presentan los pasos necesarios para el diseño del sistema de captación de agua de lluvia.

✓ **Precipitación promedio mensual**

Utilizando datos históricos de precipitación de un periodo de 10 a 15 años, se calcula el promedio mensual del total de años analizados. Este valor se puede representar en milímetros por mes (mm/mes) o en litros por metro cuadrado por mes (l/m²/mes), que es la cantidad de agua que puede ser recolectada de la superficie horizontal de un techo.

Se puede emplear la siguiente fórmula.

$$PP_i = \frac{\sum_{n=1}^{i=n} P_i}{n}$$

Donde:

n, es el número de años evaluados

P_i, es el valor de la precipitación mensual del mes i en mm

PP_i, es la precipitación promedio mensual del mes i, de todos los años evaluados en mm/mes

✓ **Demanda**

El inicio del análisis se basa en la asignación de agua por individuo. A partir de esto, se determina la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades del hogar en cada mes.

$$D_i = \frac{Nu * Nd * Dot}{1000}$$

Donde:

Nu, es el número de usuarios que se beneficia del sistema

Nd, es el número de días del mes analizado

Dot, es la dotación en l/persona/día

Di, es la demanda mensual en m³

✓ **Volumen del tanque de almacenamiento**

Se considera el promedio mensual de precipitaciones de los años analizados, el tipo de material del techo y el coeficiente de esorrentía. Con esta información, es posible calcular la cantidad de agua recolectada para diversas áreas de techado y para cada mes.

Se puede emplear la siguiente fórmula.

$$A_i = \frac{PP_i * Ce * Ac}{1000}$$

Donde:

PPi, es la precipitación promedio mensual en l/m²

Ce, es el coeficiente de esorrentía

Ac, es el área de captación en m²

Ai, es la oferta de agua en el mes i en m³

Considerando los datos de oferta y demanda de agua de lluvia mensuales, se procede a calcular el total acumulado de cada mes, comenzando por el mes con mayor precipitación. Esto permite determinar la diferencia entre los valores acumulados de oferta y demanda para cada mes.

Las áreas que presentan diferencias acumulativas negativas en ciertos meses son excluidas debido a su incapacidad para captar la cantidad de agua de lluvia requerida por los beneficiarios.

El área mínima de techo se define a partir del análisis que muestra una diferencia acumulativa próxima a cero, mientras que el volumen de almacenamiento se relaciona con la mayor diferencia acumulativa. En

situaciones donde el área de techo es más extensa, se garantiza un suministro de agua más seguro para los beneficiarios.

El valor acumulado de la oferta y la demanda en el mes "i" puede calcularse utilizando la siguiente fórmula.

$$Aa_i = Aa_{(i-1)} + \frac{PP_i * Ce * Ac}{1000}$$

$$Da_i = Da_{(i-1)} + \frac{(Nu * Nd_i * Dd_i)}{1000}$$

Donde:

Aai, representa la oferta acumulada al mes "i"

Dai, representa la demanda acumulada al mes "i"

$$V_i(m^3) = A_i(m^3) - D_i(m^3)$$

Donde:

Vi, es el volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes "i"

Ai, es el volumen de agua que se captó en el mes "i"

Di, es el volumen de agua demandada por los usuarios para el mes "i"

2.2.3. Aprovechamiento hídrico

El aprovechamiento hídrico se refiere al conjunto de prácticas, tecnologías y políticas destinadas a gestionar eficientemente los recursos hídricos, con el objetivo de satisfacer las necesidades humanas, agrícolas e industriales, y preservar los ecosistemas acuáticos.

Las investigaciones de Gleick (1998) apuntan a la gestión sostenible del agua, en la cual se considera la importancia de considerar los aspectos sociales, económicos y ambientales en el uso planificado del agua.

Años anteriores a la idea de Gleick, Falkenmark (1989) presentó el concepto de “escasez de agua azul y escasez de agua verde”, resaltando la necesidad de tomar en cuenta la calidad y cantidad del agua como estrategia de la gestión pública de agua.

En ese sentido el programa de evaluación mundial de los recursos hídricos – WWAP, tiene el objetivo de satisfacer las necesidades de los estados miembros como de la comunidad internacional, de contar con información oportuna, relevante y fiable para la elaboración de políticas en diversos ámbitos de la gestión y el desarrollo de recurso hídricos, que se encuentra en la producción de redacción del Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos. (UNESCO, 2021) Por lo que las estrategias de aprovechamiento se enfocan en el riego eficiente, reúso y reciclaje, y políticas de gestión integrada; que se describen en las siguientes líneas.

- **Riego eficiente**

Consiste en la optimización de sistemas de riego, como el riego por goteo, aspersión y la agricultura de precisión, como parte fundamental para maximizar la eficiencia en el uso del agua en la agricultura en todas las regiones.

Las tablas siguientes muestran las características de los distintos sistemas de riego que se aplican en la actualidad.

Tabla 1. Sistemas de riego

Sistemas de riego	Inundación	Aspersión	Micro aspersión	Goteo
Consumo de agua	Consumo mayor cantidad de agua, con excepción de las vegas del río donde no hay altura para instalar otros sistemas por gravedad. Por lo que este sistema se debe evitar en lugares donde el agua es escasa	Utiliza menor cantidad de agua que el sistema de inundación, pero el doble del sistema por goteo	Consumo menor cantidad que el sistema de agua por aspersión tradicional, si se trata de cultivos de espaciamiento amplio donde el riego localizado es más eficiente	Es más eficiente en el uso de agua, cuando se trata de cultivos de espaciamiento amplio. Consumo poco y por ofrecer una distribución lenta se pueden aprovechar los cultivos
Calidad de agua	Puede trabajar con agua de mala calidad física (sedimentos, algas, detritos, entre otros)	La presencia de detritos suele reducir la eficiencia del sistema, porque taponan los picos de los aspersores modificando el caudal de distribución. Así mismo, las partículas duras como la arena desgastan las boquillas y afectan la uniformidad de la distribución del agua a mediano plazo	Susceptibles a la presencia de sólidos en suspensión, debido a que taponan los orificios de los micro aspersores o goteros, incluso la presencia de sales puede taponar cuando el riego termina	
Eficiencia de riego	40 - 65%	80 - 85%	85 - 90%	90 - 95%

Fuente: (Cersa Ingenieros, 2021)

Tabla 2. Indicadores de sostenibilidad de los sistemas de riego

Indicadores de sostenibilidad	Sistemas de riego		
	Inundación por surcos	Aspersión	Goteo
Inversión inicial	Baja	Mediana	Alta
Utilización de mano de obra en la operación	Alta	Mediana	Baja
Riesgo de erosión en zonas de laderas	Alto	Mediana	Bajo
Necesidad de energía para distribuir el agua	Baja	Alta	Mediana
Consumo de agua	Alto	Mediano	Bajo
Control de consumo de agua	Alto	Bajo	Bajo
Transmisión de enfermedades	Alta	Alta	Baja
Posibilidades de generar conflicto por el agua	Alto	Mediano	Bajo
Riesgo de ineficiencia energética	Alto	Mediano	Bajo
Posibilidades de consumo de plaguicidas	Alta	Alta	Baja

Fuente: (Cersa Ingenieros, 2021)

- **Reúso y reciclaje**

Se enfoca en la reutilización de aguas residuales tratadas para usos no potables y la implementación de tecnologías de tratamiento avanzadas son estrategias importantes e innovadores para el aprovechamiento sostenible del agua en la mayoría de los países.

- **Políticas de gestión integrada**

Las políticas que promueven la gestión integrada de los recursos hídricos, involucrando a diversas partes interesadas y considerando las demandas sectoriales,

son esenciales para abordar los desafíos del aprovechamiento hídrico. Por lo que la figura muestra el esquema de manejo integrado de recursos hídricos.



Figura 6. Manejo integrado de recursos
Fuente: (Mirassou, 2009)

Del mismo modo, se adjunta el análisis estadístico referente al uso del agua en el tiempo, en el cual se aprecia que el sector con mayor uso progresivo a través de los años fue el de servicios de abastecimiento de agua potable. Por lo que es necesario la gestión integral de recursos hídricos en los diferentes sectores económicos tanto en el Perú como en otros países.

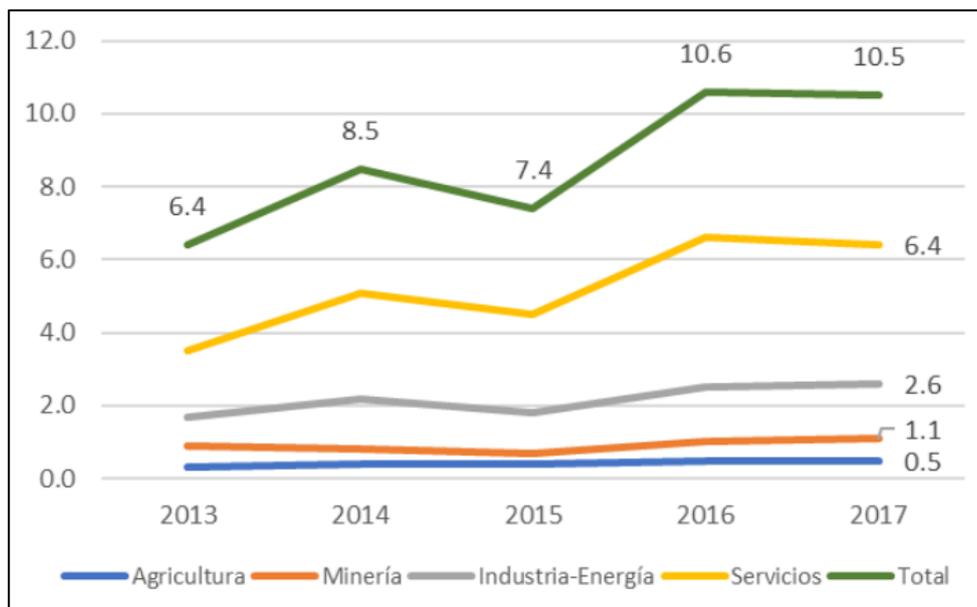


Figura 7. Uso de agua en el tiempo en el Perú

Fuente: (Ames & Zamora, 2021)

2.2.3.1. Riego de áreas verdes

El riego de áreas verdes con agua pluvial es una práctica sostenible que implica la captación y utilización del agua de lluvia para el riego de jardines, parques, y otras áreas verdes. En lugar de depender exclusivamente de fuentes convencionales de agua, como suministros municipales o pozos, esta técnica aprovecha el agua caída naturalmente para alimentar la vegetación. (Hassan, y otros, 2018)

A. Importancia

- **Sostenibilidad hídrica**

Utilizar agua pluvial para el riego disminuye la presión sobre los recursos hídricos convencionales, promoviendo una gestión más sostenible del agua.

- **Conservación del agua potable**

Al emplear agua pluvial en lugar de agua potable para el riego, se conserva este recurso limitado y valioso para usos críticos como el consumo humano.

- **Reducción del escurrimiento superficial**

El riego con agua pluvial ayuda a reducir el escurrimiento superficial, disminuyendo la posibilidad de inundaciones locales y erosionando menos suelos.

- **Mitigación del estrés hídrico**

En regiones propensas a sequías o con limitaciones en el suministro de agua, el riego con agua pluvial puede ayudar a mantener áreas verdes sin contribuir al estrés hídrico. (Palla & Jiménez, 2016)

B. Beneficios

- **Costos reducidos**

Al depender menos de fuentes convencionales, el costo asociado con la obtención y distribución de agua para el riego puede disminuir, beneficiando a municipios y propietarios de áreas verdes.

- **Resiliencia ambiental**

Riego con agua pluvial fomenta la resiliencia ambiental, ya que aprovecha un recurso natural y reduce la dependencia de fuentes que podrían estar sujetas a escasez o contaminación.

- **Promoción de la biodiversidad**

Al mantener áreas verdes con agua pluvial, se promueve la biodiversidad local, ya que estas áreas pueden servir como hábitats saludables para plantas y animales.

- **Concientización ambiental**

La implementación de prácticas sostenibles, como el riego con agua pluvial, puede contribuir a la concientización ambiental, alentando a la comunidad a adoptar comportamientos más responsables hacia el agua. (Lye, y otros, 2015)

2.2.3.2. Limpieza de veredas

La limpieza de veredas con un sistema que utiliza agua pluvial implica el empleo de agua de lluvia recolectada para hacer el aseo y mantenimiento de aceras, senderos y otras superficies peatonales. Este enfoque se fundamenta en captar agua pluvial, la cual se almacena y se usa posteriormente para llevar a cabo actividades de limpieza urbana, reduciendo la dependencia de fuentes de agua convencionales. (Eriksson, y otros, 2018)

A. Importancia

- **Eficiencia en el uso de agua**

Al aprovechar el agua de lluvia, se maximiza la eficiencia en el uso del agua, ya que se utiliza un recurso natural y se evita el uso de agua potable para fines no potables.

- **Reducción del impacto ambiental**

Este enfoque reduce la necesidad de utilizar agua tratada para actividades no críticas, disminuyendo así el impacto ambiental asociado con el tratamiento y distribución del agua potable. (Ciria, y otros, 2010)

B. Beneficios

- **Ahorro de costos por el servicio de agua**

La implementación de sistemas que utilizan agua pluvial para la limpieza de veredas puede resultar en ahorros financieros, ya que se reduce la necesidad de agua tratada y se minimizan los costos asociados.

- **Promoción de la concientización ambiental**

Este enfoque puede servir como una medida visible de sostenibilidad, fomentando la conciencia ambiental en la comunidad y mostrando el compromiso municipal con prácticas respetuosas con el medio ambiente.

- **Integración en diseños urbanos sostenibles**

La captación de agua pluvial para la limpieza de veredas se alinea con principios de diseño urbano sostenible, ofreciendo una solución integrada para la gestión eficiente del agua en entornos urbanos. (Makropoulos, y otros, 2007)

2.3. Definición de términos básicos

a. Agua de lluvia

Gotas de agua líquida de diámetro mayor a 0.05 mm o menores y dispersas.

Se denomina de esta forma a la lluvia y sus variantes como el granizo y la nieve (Guevara, 2018)

b. Canaletas

Conductos con diversos tipos de perfiles (rectangular, trapezoidal, circular, entre otros). Se emplean para recolectar y conducir el agua de lluvia proveniente de un área de captación (Guevara, 2018).

c. Calidad de agua de lluvia

Analizar el agua captada de tal forma que se identifique las características fisicoquímicas y microbiológicas, que se deben encontrar dentro de los parámetros permisibles de agua captada para consumo humano (Guevara, 2018).

d. Lluvia ácida

Se considera lluvia ácida cuando los valores de pH son inferiores a lo que se considera normal. Ya que el pH del agua pura presenta un valor de pH de 7, se considera neutro y valores inferiores a 7 se consideran ácidos. Este fenómeno ocurre debido a la combustión de combustibles fósiles, lo que libera a la atmósfera gases como el dióxido de azufre (SO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x). Estos gases interactúan con el vapor de agua y otras sustancias presentes en el aire, generando ácido sulfúrico y ácido nítrico. Cuando estas sustancias se depositan y se combinan con el agua de lluvia, provocan una reducción del pH de la lluvia a niveles inferiores a 5.0, lo que se conoce como lluvia ácida. (Hidropluviales, 2018).

e. Pluviometría

Cantidad total de precipitación anual por unidad de superficie (metro cuadrado) (Guevara, 2018).

f. Precipitación efectiva

Es la fracción de la precipitación que se encuentra accesible en la región donde se desarrollan las raíces de las plantas. Su aprovechamiento está influenciado por diversos factores, tales como la intensidad, duración y distribución de las lluvias, la rapidez de infiltración del suelo, la vegetación presente y la configuración del terreno. (Guevara, 2018).

g. Superficie de captación

Área destinada a la recolección de agua de lluvia, la cual se utiliza en un sistema para la reutilización de esta agua. (Guevara, 2018).

h. Tubería

Conducto formado por canales cerrados, por el cual se permite el paso de líquidos y gases. Generalmente se emplean con secciones circulares y pueden ser de diversos materiales entre los cuales destaca el PVC y el metálico (Guevara, 2018).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

La relación entre la captación de agua pluvial y su aprovechamiento en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023; es directa.

3.1.2. Hipótesis específicas

- a. La relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en riego de áreas verdes en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023; es directa.
- b. La relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en limpieza de veredas en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023; es directa.

3.2. Variables

3.2.1. Definición conceptual

Variable 1: Agua pluvial

Recolección, transporte y almacenamiento de agua de lluvia que cae sobre una superficie natural o artificial. Pueden ser techos de viviendas, edificios, almacenes, tiendas, entre otros (Adler y otros, 2008).

Variable 2: Aprovechamiento

Agua de lluvia que puede ser empleada previa a un tratamiento o uso de filtro apropiado. Los usos pueden ser básicos como lavado de ropa, de pisos, sanitarios, como también de riego de áreas verdes (Guevara, 2018).

3.2.2. Definición operacional**Variable 1: Agua pluvial**

Se identificó la oferta y demanda de agua pluvial en las viviendas seleccionadas del distrito de Ahuac, Chupaca, Junín.

Variable 2: Aprovechamiento

Para desarrollar esta variable, será necesario determinar la calidad de agua. Así mismo será necesario estimar el requerimiento hídrico para zonas verdes y aseo de veredas y pistas en el distrito de Ahuac, Chupaca.

Tabla 3. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1: Agua pluvial	Recolección, transporte y almacenamiento de agua de lluvia que cae sobre una superficie natural o artificial. Pueden ser techos de viviendas, edificios, almacenes, tiendas, entre otros (Adler y otros, 2008).	Se identificará la oferta y demanda de agua pluvial en las viviendas seleccionadas del distrito de <u>Ahuac</u> , Chupaca, Junín.	Oferta de agua	Precipitación máxima diaria	mm/día	Razón
				Precipitación media mensual	mm	Razón
			Calidad de agua	Características fisicoquímicas	mg/L	Razón
				Características microbiológicas	NMP/100ml	Razón
Variable 2: Aprovechamiento	Agua de lluvia que puede ser <u>empleada previo</u> a un tratamiento o uso de filtro apropiado. Los usos pueden ser básicos como lavado de ropa, de pisos, sanitarios, como también de riego de áreas verdes (Guevara, 2018).	Para desarrollar esta variable, será necesario determinar la calidad de agua. Así mismo será necesario estimar el requerimiento hídrico para áreas verdes y limpieza de pistas y veredas en el distrito de <u>Ahuac</u> , Chupaca.	Riego de áreas verdes	Requerimiento hídrico de áreas verdes	mm/hr	Razón
			Limpieza de veredas	Requerimiento hídrico para limpieza	mm/hr	Razón

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

De acuerdo con Espinoza (2014), el propósito de la investigación científica es examinar y analizar un objeto o fenómeno, identificando sus componentes, las interacciones que presentan y sus fronteras. De este modo, se puede entender tanto su estructura como su modo de operar.

La investigación responde al método científico, porque se busca determinar la relación entre el agua pluvial captada y su aprovechamiento en el distrito de Ahuac. Del mismo modo, se debe hacer mención de que el estudio se desarrollará de forma planificada y organizada.

4.2. Tipo de investigación

Según Grajales (2000), la investigación aplicada se fundamenta en los hallazgos de la investigación básica, utilizándolos como base teórica para implementar y adaptar esos conocimientos.

En relación a lo mencionado, se puede considerar que este tipo de investigación es aplicada, ya que tiene como objetivo resolver un problema real mediante la

implementación de teorías y principios que respaldan su desarrollo. Un ejemplo de ello es el uso del agua de lluvia para el riego de áreas verdes y la limpieza de las vías en el distrito de Ahuac.

4.3. Nivel de investigación

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación correlacional se caracteriza por la capacidad de relacionar variables a través de un patrón predecible en un grupo o población específica.

En este contexto, la investigación tiene como objetivo establecer la conexión entre la recolección de agua de lluvia y su utilización en el distrito de Ahuac. Para ello, se evaluará tanto la oferta como la demanda de agua pluvial en dicha localidad, Chupaca.

4.4. Diseño de investigación

Según Aguirre (2020), en un diseño de investigación no experimental, el papel del investigador es el de un observador del fenómeno en cuestión, sin la capacidad de modificar o alterar procesos o variables. Este tipo de investigación se lleva a cabo a través de la recolección de datos. Se diferencia del enfoque experimental en la medida en que no se realiza ninguna manipulación intencional sobre las unidades de análisis, no se establecen grupos de control, o simplemente se aplica el instrumento de medición. Esto implica que se examinan y analizan los fenómenos tal como se presentan en su entorno natural.

De acuerdo con el anterior párrafo, el diseño de la investigación responde al no experimental. Debido a que se recopilará la información de la precipitación en el área de análisis, así como la necesidad de agua de las viviendas. De la misma forma, se debe resaltar que no se realizará la manipulación de las variables ya que corresponde al diseño no experimental.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Bernal (2010), indica que “La población es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo”.

La población de análisis se encuentra constituida por las 1829 viviendas del distrito de Ahuac, que está ubicada en la provincia de Chupaca y esta última pertenece a la región Junín. De acuerdo con el reporte del censo realizado en el año 2017 por el INEI. La figura muestra el área geográfica del distrito de Ahuac.

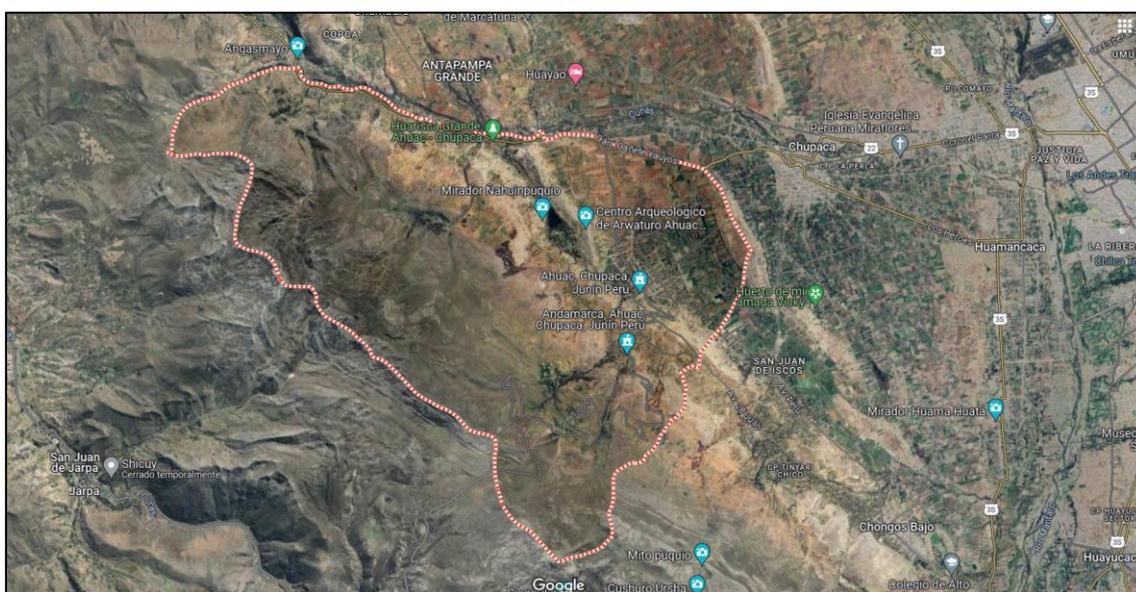


Figura 8. Distrito de Ahuac, Chupaca, Junín

Fuente: Google maps

4.5.2. Muestra

Según Castro (2016), una muestra se define como un subconjunto de la población que es estadísticamente representativo. Este grupo se utilizará como base para la recolección de datos, lo que hace fundamental establecer sus límites de manera clara y precisa.

En ese sentido, la muestra se define como finita y probabilística debido a que todas las unidades muestrales (viviendas del distrito de Ahuac) tienen la misma probabilidad de ser elegidas. Para la cual, se realizó el cálculo y la fórmula que se empleó para obtener una muestra finita fue la siguiente.

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

Los valores considerados fueron:

z: 1.645, p: 0.90, q: 0.10, e: 0.05, N: 1829.

$$n = 93$$

De acuerdo con el cálculo, la muestra estuvo conformada por 93 viviendas del distrito de Ahuac, en la provincia de Chupaca.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas

Observación directa

Método que facilita la recopilación de información a través de la observación del investigador. Se utiliza con mayor frecuencia durante visitas al sitio de estudio previamente definido y resulta útil para llevar a cabo comparaciones sobre los resultados obtenidos.

Recolección de datos

Hace referencia al procedimiento de recolección de datos que implica reunir información previa a la investigación, incluyendo antecedentes del estudio, registros de precipitaciones en la zona de interés y la demanda hídrica de los hogares en el distrito de Ahuac.

Trabajo en campo y gabinete

Comprende los trabajos realizados en campo y gabinete para la ejecución de la investigación.

- Paso 1: Reconocimiento y ubicación del lugar de estudio
- Paso 2: Recopilación de registros de precipitación histórica en el distrito de Ahuac: precipitación máxima diaria y precipitación promedio mensual.
- Paso 3: Recopilación de número de habitantes en las viviendas muestrales y cálculo de necesidad de agua.
- Paso 4: Toma de muestras de agua a laboratorio, para los ensayos respectivos de calidad fisicoquímica y microbiológica.
- Paso 5: Cálculo de requerimiento hídrico para riego y limpieza de pistas y veredas en el distrito.
- Paso 6: Organización y procesamiento de datos de laboratorio
- Paso 7: Presentación de resultados de la investigación

4.6.2. Instrumentos

Mendoza (2014) señala que “Los instrumentos son aquellos mecanismos de registro que utiliza el investigador para recolectar la información obtenida en la zona estudiada”. La información recolectada para la investigación responde a los registros de precipitación de la estación Huayao que corresponden a los registros verificados y validados por SENAMHI como entidad encargada para su publicación.

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para poder procesar y organizar la información recopilada referente a la precipitación y necesidad de agua en las viviendas, se empleará el programa Ms- Excel

para poder obtener tablas y gráficos que permitan interpretar los resultados de la investigación y su respectiva presentación.

4.8. Validación de instrumentos de recolección de datos

La validación de fichas, se adjunta en el anexo 2. La cual corresponde a la matriz de operacionalización del instrumento para llevar a cabo el estudio de la investigación y la recolección de datos.

De acuerdo a lo obtenido en las fichas, se muestra en la siguiente tabla los valores y su interpretación respectiva.

Tabla 4. Resultados de las fichas de validez

N°	Experto	Resultado	Rango	Interpretación
1	Ybarra Santos Yanina	1	0.81 - 1.00	Muy alta
2	Santana Blas Deni	0.75	0.61 - 0.80	Alta
3	Galvan Alvarado Gian	1	0.81 - 1.00	Muy alta
	Validez final	0.92	0.81 - 1.00	Muy alta

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

5.1.1. Cálculo de oferta de agua

Para el cálculo de oferta de agua que representa a la captación pluvial, en el área muestral del distrito de Ahuac, se requirió la información de precipitación en la zona y la superficie de las coberturas de las viviendas. De esta forma se adjuntan los datos referentes a precipitación máxima diaria y mensual, así como la superficie de coberturas.

5.1.1.1. Precipitación

Los registros de precipitación máxima y mensual promedio se obtuvieron de la estación Huayao, cuyos registros se adjuntan en el anexo 3. La tabla muestra la precipitación promedio, máxima y mínima diaria desde el año 1980 a 2022, y en la figura se puede apreciar la distribución a lo largo del año.

Tabla 5. Precipitación máxima diaria por mes

Periodo de registro 1980 a 2022 - diaria			
Mes	Promedio	Máximo	Mínimo
Enero	20.7	41.8	5.0
Febrero	25.0	66.0	6.5
Marzo	21.5	41.6	8.2
Abril	16.6	40.7	4.8
Mayo	7.3	45.5	0.0
Junio	3.7	15.8	0.0
Julio	4.2	31.9	0.0
Agosto	7.3	27.7	0.0
Setiembre	13.7	37.3	0.0
Octubre	16.5	38.4	2.6
Noviembre	15.2	32.0	4.0
Diciembre	19.8	45.8	7.8

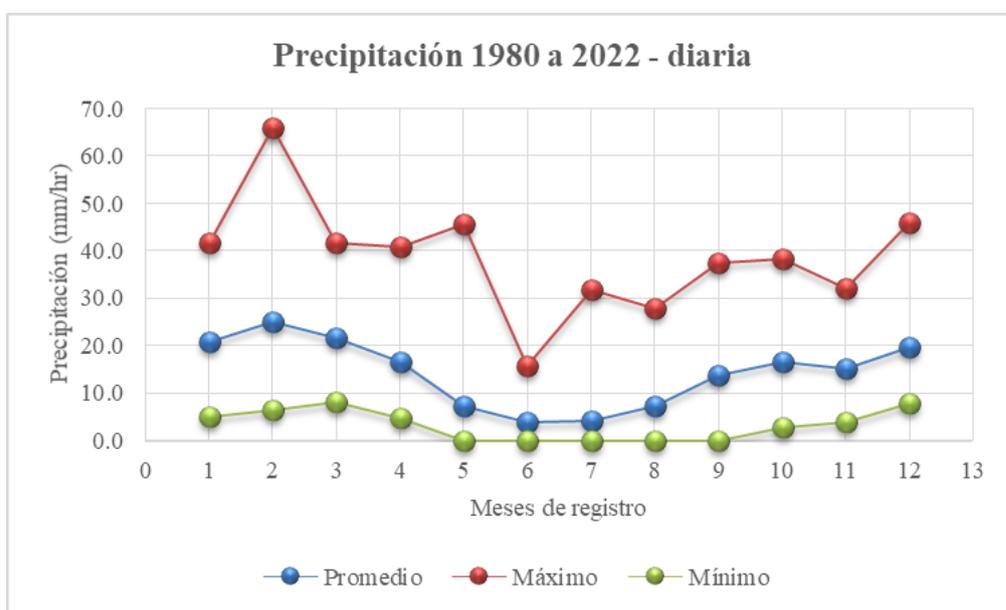


Figura 9. Frecuencia de precipitación máxima diaria por mes

Según el gráfico de distribución de precipitación máxima diaria por mes, se puede apreciar que la precipitación máxima presenta variaciones en los meses de estiaje. Por lo que se adjuntan los datos de precipitación mensual promedio para el cálculo de la oferta de agua por captación pluvial.

Tabla 6. Precipitación mensual promedio

Periodo de registro 1980 a 2022 - mensual			
Mes	Promedio	Máximo	Mínimo
Enero	117.4	209.6	37.8
Febrero	131.3	379.5	30.3
Marzo	107.1	203.0	41.3
Abril	55.2	126.8	16.1
Mayo	16.3	72.4	0.0
Junio	8.4	63.1	0.0
Julio	6.9	31.9	0.0
Agosto	13.9	41.5	0.0
Setiembre	39.9	90.1	0.0
Octubre	64.1	133.6	9.2
Noviembre	64.1	162.5	23.7
Diciembre	97.9	226.1	35.1

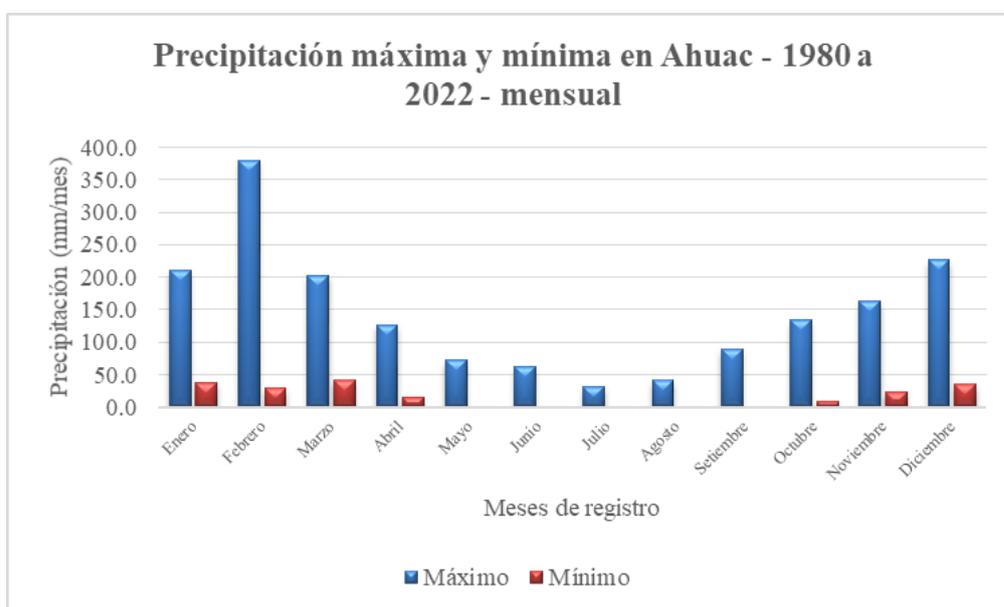


Figura 10. Frecuencia de precipitación mensual

De la figura adjunta, se aprecia que en los meses de mayo a setiembre la precipitación disminuye, que se refiere al periodo de estiaje.

5.1.1.2. Superficie de cobertura

Para determinar la superficie de la cobertura de las viviendas muestrales se identificaron los tipos de cobertura más comunes como la losa de concreto (en color gris),

tejas de arcilla (en color naranja) y calaminas (en color lila), tal como se muestra en la siguiente figura.

Cobertura de viviendas, Ahuac - Chupaca

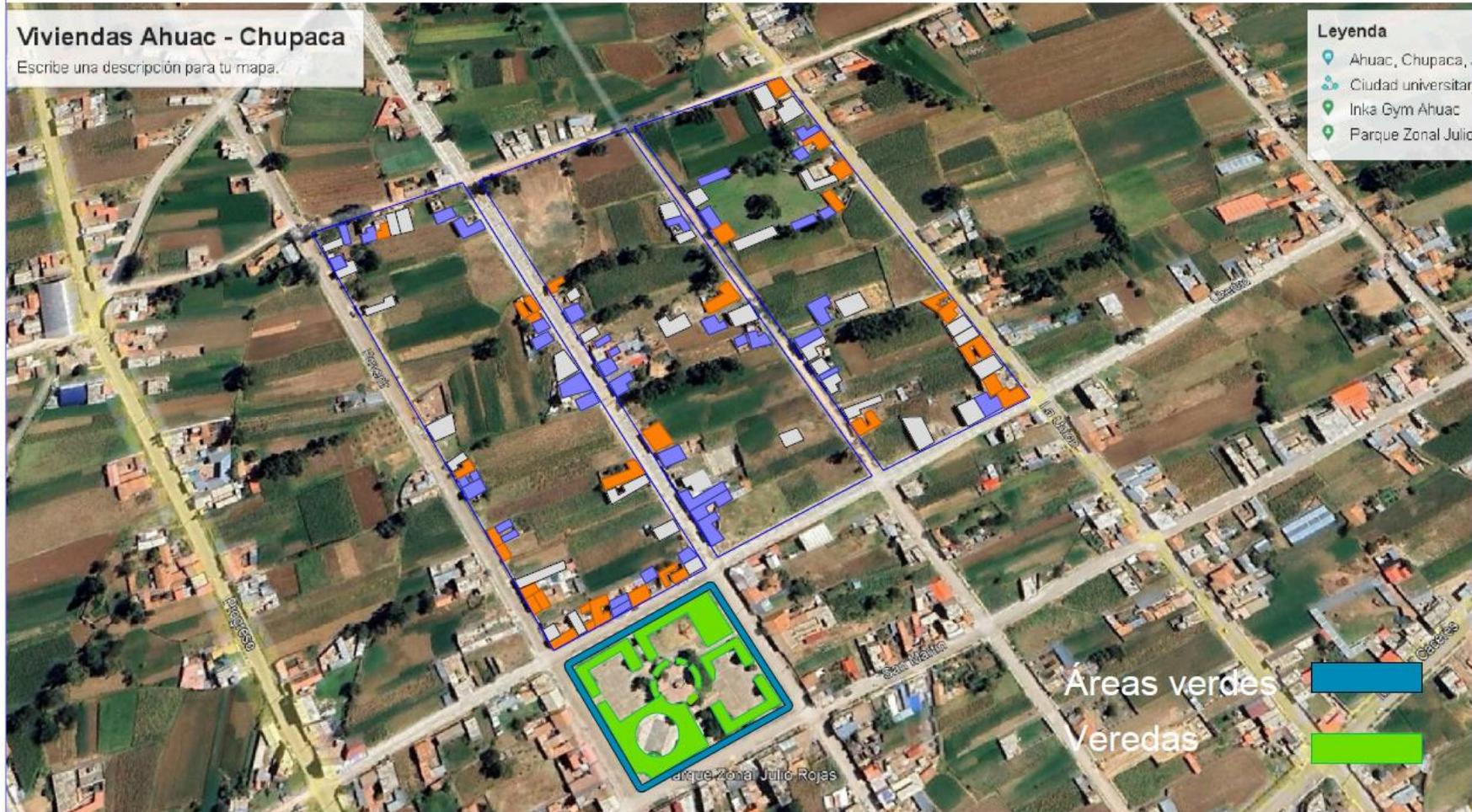


Figura 11. Identificación de tipos de cobertura

La tabla muestra el resumen de número y superficie de cobertura en m², y en la figura se muestra la representación gráfica de la tabla. El cuadro detallado de la superficie de cobertura por vivienda, se adjunta en el anexo 4.

Tabla 7. Número de viviendas y superficie de cobertura

Cobertura	Viviendas con el tipo de cobertura (und)	Área de cobertura (m²)
Losa de concreto	34	472.09
Tejas de arcilla	27	319.24
Calaminas	32	416.32
	93	1207.65

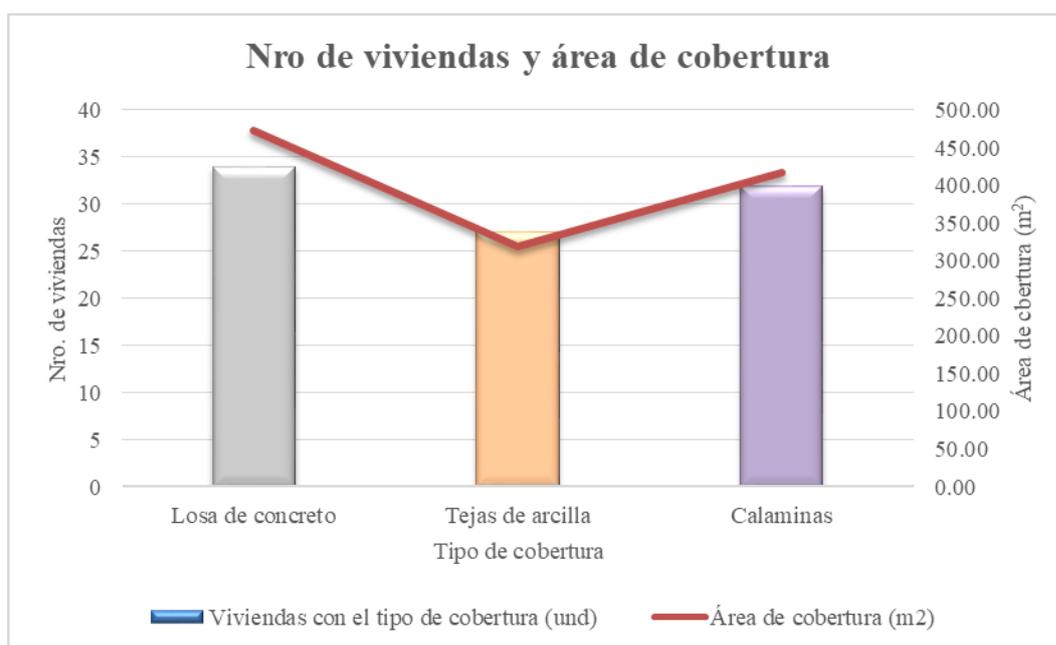


Figura 12. Número de viviendas y superficie de cobertura

El coeficiente de escurrimiento en los tipos de cobertura es diferente, por lo que la tabla describe el coeficiente de escurrimiento por tipo de cobertura.

Tabla 8. Coeficiente de escurrimiento, según tipo de cobertura

Tipo de cobertura	Coeficiente de escurrimiento
Concreto	0.88
Tejas de arcilla	0.80
Calaminas	0.90

De esta forma se calculó la oferta mensual según el tipo de cobertura, tal como se muestra en las tablas siguientes.

Tabla 9. Oferta mensual, cobertura de concreto

Mes	PP prom (mm/mes)	Factor de escorrentía en techo	PP neta prom (mm/mes)	Área de captación	Oferta (m3/mes)
Enero	117.4	0.88	103.3	472.09	48.8
Febrero	131.3	0.88	115.6	472.09	54.6
Marzo	107.1	0.88	94.3	472.09	44.5
Abril	55.2	0.88	48.6	472.09	22.9
Mayo	16.3	0.88	14.3	472.09	6.8
Junio	8.4	0.88	7.4	472.09	3.5
Julio	6.9	0.88	6.1	472.09	2.9
Agosto	13.9	0.88	12.2	472.09	5.8
Setiembre	39.9	0.88	35.1	472.09	16.6
Octubre	64.1	0.88	56.4	472.09	26.6
Noviembre	64.1	0.88	56.4	472.09	26.6
Diciembre	97.9	0.88	86.2	472.09	40.7

Tabla 10. Oferta mensual, cobertura de tejas de arcilla

Mes	PP prom	Factor de escorrentía en techo	PP neta prom	Área de captación	Oferta (m3/mes)
Enero	117.4	0.80	93.9	319.24	30.0
Febrero	131.3	0.80	105.1	319.24	33.5
Marzo	107.1	0.80	85.7	319.24	27.4
Abril	55.2	0.80	44.2	319.24	14.1
Mayo	16.3	0.80	13.0	319.24	4.2
Junio	8.4	0.80	6.7	319.24	2.1
Julio	6.9	0.80	5.5	319.24	1.8
Agosto	13.9	0.80	11.1	319.24	3.6
Setiembre	39.9	0.80	31.9	319.24	10.2
Octubre	64.1	0.80	51.3	319.24	16.4
Noviembre	64.1	0.80	51.2	319.24	16.4
Diciembre	97.9	0.80	78.3	319.24	25.0

Tabla 11. Oferta mensual, cobertura de calaminas

Mes	PP prom	Factor de escorrentía en techo	PP neta prom	Área de captación	Oferta (m3/mes)
Enero	117.4	0.90	105.6	416.32	44.0
Febrero	131.3	0.90	118.2	416.32	49.2
Marzo	107.1	0.90	96.4	416.32	40.1
Abril	55.2	0.90	49.7	416.32	20.7
Mayo	16.3	0.90	14.6	416.32	6.1
Junio	8.4	0.90	7.5	416.32	3.1
Julio	6.9	0.90	6.2	416.32	2.6
Agosto	13.9	0.90	12.5	416.32	5.2
Setiembre	39.9	0.90	35.9	416.32	14.9
Octubre	64.1	0.90	57.7	416.32	24.0
Noviembre	64.1	0.90	57.7	416.32	24.0
Diciembre	97.9	0.90	88.1	416.32	36.7

La tabla muestra el resumen de la oferta de captación pluvial proveniente de las coberturas de las viviendas y la figura la representación gráfica de los resultados de la tabla.

Tabla 12. Resumen de oferta pluvial mensual

Mes	Oferta (m3/mes)
Enero	122.7
Febrero	137.3
Marzo	112.0
Abril	57.7
Mayo	17.0
Junio	8.7
Julio	7.2
Agosto	14.5
Setiembre	41.7
Octubre	67.1
Noviembre	67.0
Diciembre	102.4

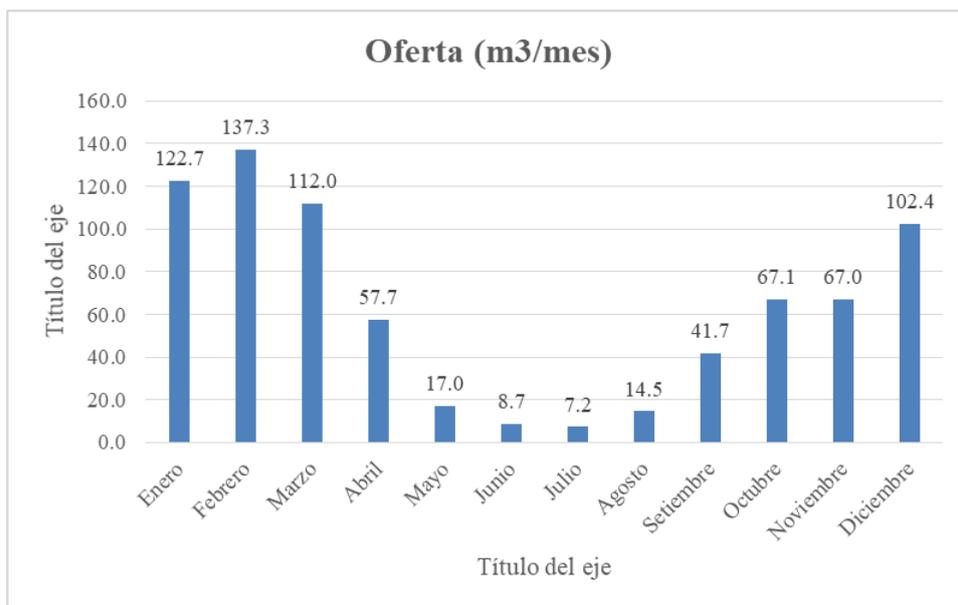


Figura 13. Resumen de oferta pluvial mensual

De acuerdo con la figura, también se puede apreciar que la oferta del agua de lluvia captada por coberturas, disminuye en los meses de mayo a agosto.

5.1.2. Calidad del agua

La tabla muestra el análisis fisicoquímico de la calidad del agua de lluvia en el distrito de Ahuac, Chupaca, resaltando que el certificado validado se adjunta en el anexo 5.

Tabla 13. Análisis fisicoquímico de la calidad del agua

Procedencia	Ensayo	Unidad	Resultados
Agua de manantial	pH	Unidad de Ph	7.5
	Conductividad	uS/cm	400
	TDS	mg/L	190
	TSS	mg/L	< 1.3
	Dureza total	mg/L	104
	Dureza cálcica	mg/L	80.0
	Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	48.0
	Cloruros	mg/L Cl-	27.03
	Oxígeno disuelto	mg/L	6.15
	Turbidez	NTU	3.52
	Escherichia coli	UFC/100 ml	3.43 x 10 ⁴
	Coliformes totales	NMP/100 ml	4.6 x 10 ⁴

Agua pluvial	pH	Unidad de pH	7.3
	Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	50
	TDS	mg/L	20
	TSS	mg/L	< 1.3
	Dureza total	mg/L	6.0
	Dureza cálcica	mg/L	4.0
	Alcalinidad	mg/L CaCO_3	< 1.0
	Cloruros	mg/L Cl-	12.02
	Oxígeno disuelto	mg/L	8.85
	Turbidez	NTU	1.82
	<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 ml	2×10^3
	Coliformes totales	NMP/100 ml	2.8×10^3

La figura muestra la diferencia de los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico al agua proveniente del manantial y de la precipitación pluvial.

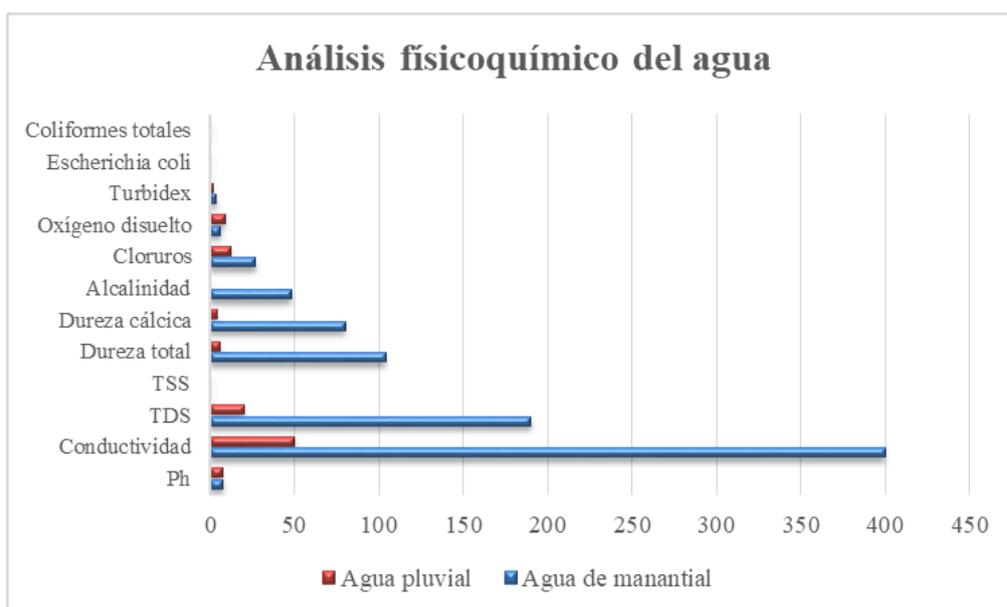


Figura 14. Análisis físicoquímico del agua de manantial y pluvial

De acuerdo con la figura anterior, se aprecia que los índices de los ensayos realizados al agua pluvial son menores al del agua proveniente del manantial, donde la

concentración de sólidos disueltos es menor en el agua de lluvia a diferencia del agua de manantial debido a su condición.

5.1.3. Cálculo de la demanda de agua

5.1.3.1. Riego de áreas verdes

La demanda de agua para el riego de áreas verdes, corresponde al área de parques y jardines del distrito de Ahuac. Por lo que en la investigación se abordó la demanda de agua en el parque zonal Julio Rojas, debido a que este se encuentra en la parte baja de las viviendas muestrales, tal como se puede ver en la figura de tipos de cobertura. Dicho parque cuenta con una superficie de área verde de 367 m².

Para el cual, según la norma I.S. 010 de instalaciones sanitarias para edificaciones, el requerimiento de agua para riego de áreas verdes es de 5.0 l/m²/día, por lo que la demanda de agua total sería 25.68 m³/mes tal como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 14. Demanda de agua según la norma de instalaciones sanitarias

Necesidad hídrica	Dotación	Área (m²)	Días de riego (días/mes)	Necesidad mensual (m³/mes)
Riego de áreas verdes (l/m²/día)	5	367	14	25.68

Además, se decidió calcular la necesidad de agua para el riego de espacios verdes utilizando los coeficientes de cultivo correspondientes a césped, árboles, arbustos y otros. Se empleó un sistema de riego por aspersión, el cual permite optimizar el uso del agua. La siguiente tabla presenta un resumen de la demanda hídrica según el área cultivada, y en el anexo 6 se incluye el desglose del cálculo correspondiente.

Tabla 15. Demanda de agua según la norma de instalaciones sanitarias

Meses	Demanda (m³/mes)
Enero	0.0218
Febrero	0.0175
Marzo	0.0176
Abril	0.0218
Mayo	0.0175

Junio	0.0173
Julio	0.0204
Agosto	0.0231
Setiembre	0.0230
Octubre	0.0266
Noviembre	0.0242
Diciembre	0.0216

Según la tabla anterior, se puede apreciar que la demanda de agua para riego con un sistema de optimización se reduce notablemente y también se observa que es diferente para cada mes debido a que se consideró el riego con lluvias y con el sistema, donde el primero depende de las precipitaciones que ocurren en la zona de estudio.

5.1.3.2. Limpieza de veredas

La estimación de la demanda de agua para la limpieza de veredas se realizó utilizando la cantidad recomendada por la norma I.S.010 de instalaciones sanitarias para edificaciones, que establece un requerimiento de 2.0 l/m²/día. Esta cifra se aplicó a una superficie total de veredas de 176 m², correspondiente a las veredas del parque zonal Julio Rojas, cuyos datos se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 16. Demanda de agua para limpieza según la norma de instalaciones sanitarias

Necesidad hídrica	Dotación	Área (m²)	Días de limpieza (días/mes)	Necesidad mensual (m³/mes)
Limpieza general (l/m²/día)	2	176	8	2.81

5.2. Presentación de resultados

De acuerdo a lo descrito en el anterior apartado, se tienen dos formas de aprovechar el agua captada de los techos de las casas en el distrito de Ahuac, para el riego de áreas verdes como el parque zonal Julio Rojas y la limpieza de veredas de este mismo.

5.2.1. Agua pluvial y el aprovechamiento en riego de zonas verdes

El aprovechamiento del agua captada de lluvia por medio de las coberturas de las viviendas, permitió identificar dos formas de aprovechamiento en riego tal como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 17. Demanda de agua para riego de áreas verdes

Meses	Demanda de agua (m3/mes)	
	I.S.010	Sistema de riego
Enero	25.68	0.0218
Febrero	25.68	0.0175
Marzo	25.68	0.0176
Abril	25.68	0.0218
Mayo	25.68	0.0175
Junio	25.68	0.0173
Julio	25.68	0.0204
Agosto	25.68	0.0231
Setiembre	25.68	0.0230
Octubre	25.68	0.0266
Noviembre	25.68	0.0242
Diciembre	25.68	0.0216

Según la tabla anterior, se puede apreciar que al considerar la recomendación de la norma I.S. 010 de Instalaciones sanitarias para edificaciones la demanda de agua de 5.0 l/m2/día genera una demanda de 25.68 m3/mes, a diferencia de la propuesta con un sistema de riego donde la demanda mensual varía en cada mes del año ya que se considera el aporte de la precipitación mensual. La figura muestra la representación gráfica de los resultados descritos en la tabla.

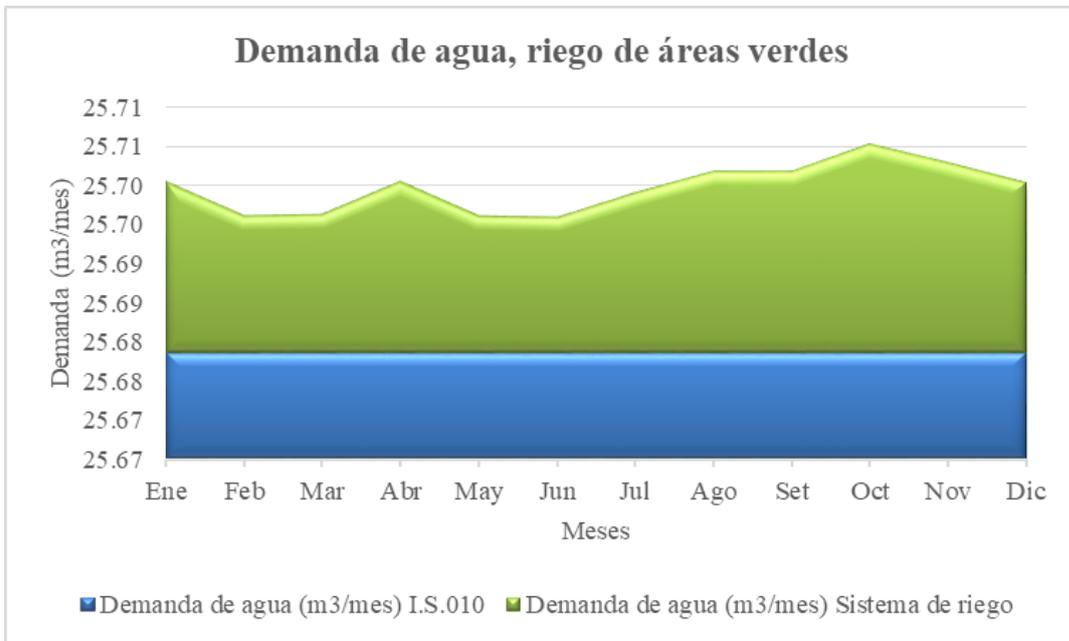


Figura 15. Demanda de agua para riego de áreas verdes

De igual manera, se muestra en la figura el resumen detallado de la oferta de agua captada de los techos y la demanda de agua mensual para el riego de áreas verdes en el parque zonal.

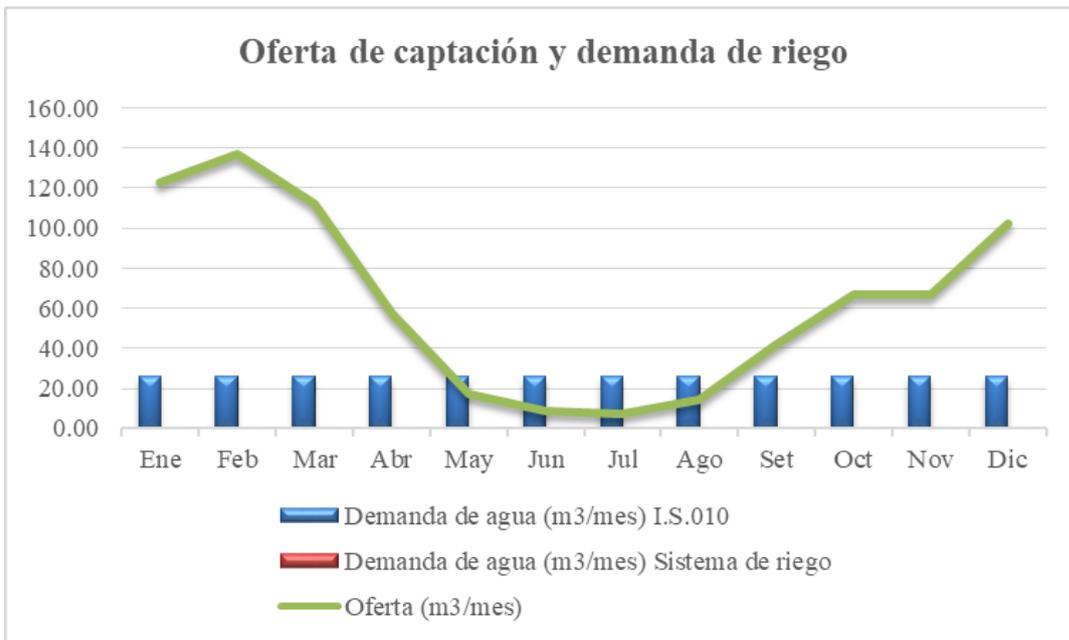


Figura 16. Oferta y demanda de agua para riego de áreas verdes

5.2.2. Agua pluvial y el aprovechamiento en limpieza de veredas

En el caso del aprovechamiento de agua pluvial en la limpieza de veredas, también se mantiene constante la demanda mensual de agua ya que se consideró la recomendación de la norma I.S.010 con una necesidad mensual de $2.0 \text{ l/m}^2/\text{día}$, en una superficie de 176m^2 , al cual se asignó un periodo de limpieza de 8 días por mes, por lo que resultó en 2.81 m^3 de agua por mes para abastecer la limpieza de veredas con agua de lluvia captada de las coberturas, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 18. Demanda y oferta de agua para limpieza de veredas

Meses	Demanda (m3/mes)	Oferta (m3/mes)
Enero	2.813	122.7
Febrero	2.813	137.3
Marzo	2.813	112.0
Abril	2.813	57.7
Mayo	2.813	17.0
Junio	2.813	8.7
Julio	2.813	7.2
Agosto	2.813	14.5
Setiembre	2.813	41.7
Octubre	2.813	67.1
Noviembre	2.813	67.0
Diciembre	2.813	102.4

En la figura siguiente se puede apreciar que la oferta de agua captada cubre la demanda de agua para la limpieza de veredas del parque zonal.

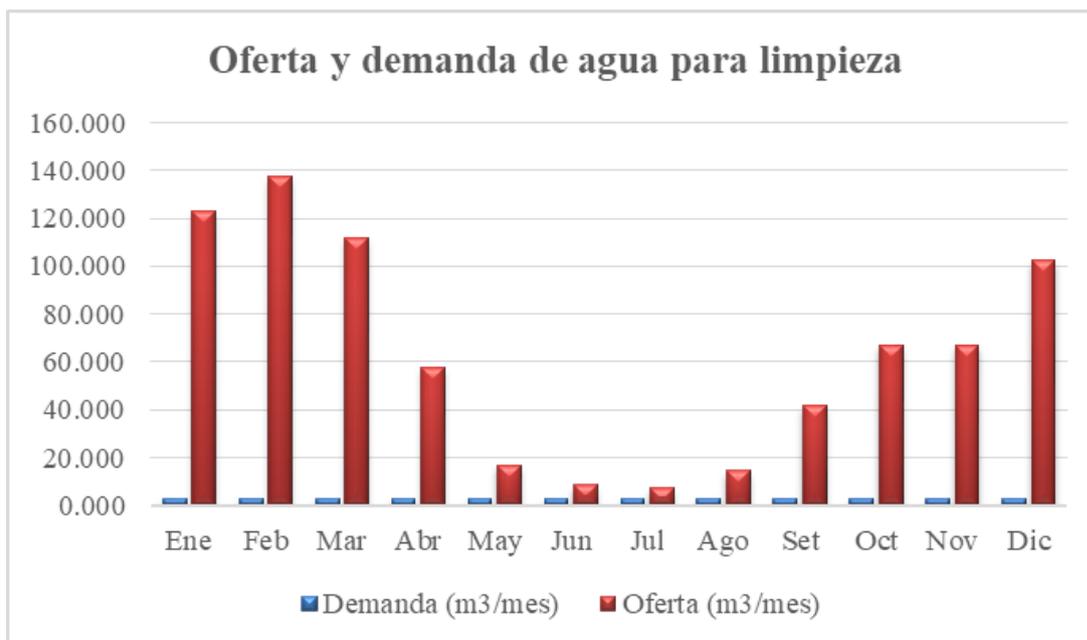


Figura 17. Oferta y demanda de agua para riego de veredas

5.3. Prueba de hipótesis

5.3.1. Agua pluvial y el aprovechamiento en riego de áreas verdes

La verificación de la hipótesis relacionada con la captación de agua pluvial y su utilización para el riego de áreas verdes se llevó a cabo a través del análisis de correlación de Pearson. De este análisis se derivaron estadísticas de regresión, un análisis de varianza y una curva de regresión. Las hipótesis que se sometieron a prueba fueron las siguientes.

H0: La relación entre la oferta de agua pluvial y aprovechamiento en riego, es directa

H1: La relación entre la oferta de agua pluvial y aprovechamiento en riego, es indirecta

Los resultados con los que se trabajó la prueba de hipótesis se describen en la siguiente tabla.

Tabla 19. Agua pluvial y aprovechamiento para riego de áreas verdes

Meses	Oferta (m3/mes)	Demanda (m3/mes)
Enero	122.728	0.0218
Febrero	137.328	0.0175
Marzo	112.007	0.0176
Abril	57.710	0.0218

Mayo	16.990	0.0175
Junio	8.745	0.0173
Julio	7.245	0.0204
Agosto	14.534	0.0231
Setiembre	41.693	0.0230
Octubre	67.052	0.0266
Noviembre	66.977	0.0242
Diciembre	102.374	0.0216

La tabla siguiente muestra la estadística de regresión de la prueba de hipótesis y la figura muestra la curva de regresión con la función probabilística que distribuye de mejor forma los resultados obtenidos.

Tabla 20. Estadística de regresión, oferta y demanda de agua para riego de áreas verdes

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.0515
Coefficiente de determinación R^2	0.0026
R^2 ajustado	-0.0971
Error típico	0.0032
Observaciones	12

De acuerdo con la tabla, el coeficiente de correlación múltiple de 0.0515 indica una correlación positiva (directa) muy débil entre la cantidad de agua pluvial captada y su uso para el riego de áreas verdes. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, lo que sugiere que la relación entre la captación de agua pluvial de los techos de las viviendas seleccionadas en el distrito de Ahuac y la demanda de agua necesaria para el riego a través de un sistema de irrigación es directa. Además, se verifica que el agua pluvial captada puede satisfacer la necesidad hídrica para el riego de estas áreas verdes. Esta captación también puede ser utilizada para el riego de cultivos, ya que las propiedades en el área de estudio disponen de superficies adecuadas para dicha actividad. Otra alternativa para el uso del agua de lluvia recolectada sería en la recarga de inodoros de las viviendas, lo cual requeriría una consulta previa con los residentes del distrito sobre su implementación.

De la misma forma, se realizó la curva de regresión donde la distribución probabilística de función polinómica presentó una mejor distribución de los resultados obtenidos.

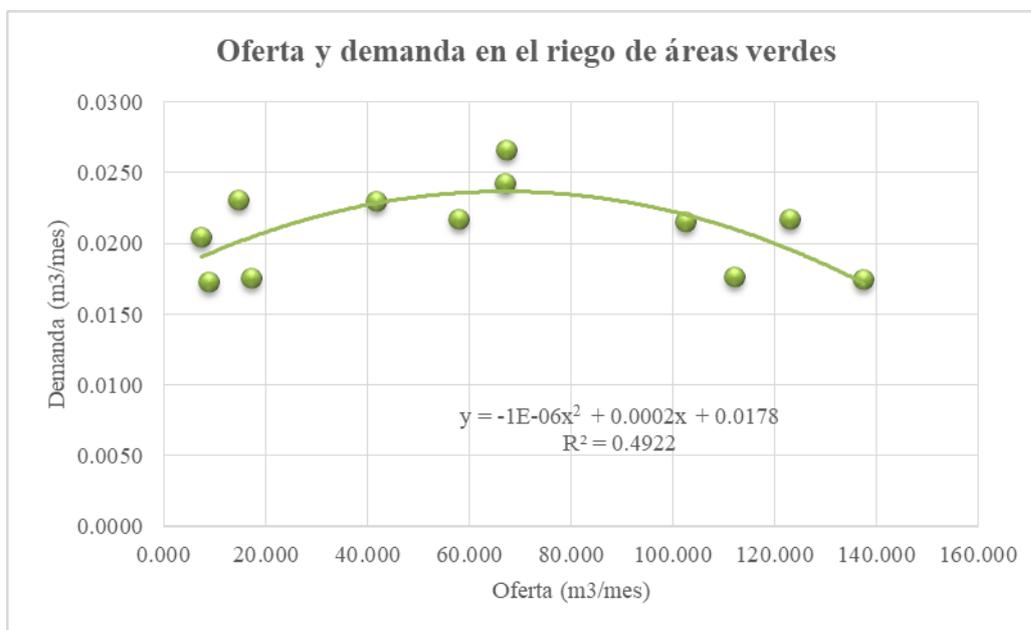


Figura 18. Función polinómica, agua pluvial y aprovechamiento en riego de áreas verdes

De acuerdo con la figura adjunta, se puede apreciar que el 49.22% de la demanda de agua para riego de áreas verdes depende de la oferta de agua captada de agua de lluvia. Por lo que, de esta manera, se comprueba la relación y dependencia de la necesidad de agua para riego de áreas verdes respecto a la oferta de captación pluvial.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Discusión de resultados

6.2.1. Agua pluvial y el aprovechamiento en riego de áreas verdes

Los resultados referentes a la oferta de agua pluvial, se obtuvieron del registro de precipitación desde el año 1980 a 2022 multiplicado por el factor de escurrimiento superficial que depende del tipo de cobertura de los techos de las casas del distrito de Ahuac. Donde los tipos de cobertura con más frecuencia fueron la losa de concreto, tejas de arcilla y calaminas cuyos factores de escurrimiento fueron 0.88; 0.80 y 0.90 respectivamente. Una vez multiplicada la precipitación por el factor de escurrimiento se obtuvo la oferta mensual de agua captada, la cual presenta variaciones que van desde los 7.25 m³/mes hasta los 137.33 m³/mes, de acuerdo a los periodos de bajas y crecidas de lluvia, que ocurren en los meses de mayo a setiembre para el primero y en los meses de octubre a abril para el segundo caso.

Del mismo modo, se calculó la demanda de agua para el riego de zonas verdes según las recomendaciones de la norma técnica I.S. 010 de instalaciones sanitarias para edificaciones. La cual señala una dotación de 5.0 l/m² jardín/ día, en el caso de la investigación la superficie de riego del parque zonal Julio Rojas fue 367 m², al que también se propuso un riego de 14 días al mes, por lo que se obtuvo una demanda de agua

mensual de 25.68 m³ durante el año. Por lo que revisando los resultados de la oferta de agua en los meses de mayo a setiembre el agua captada no podrá abastecer el riego de jardines en dichos meses.

Es así que se desarrolló la propuesta de un sistema de riego por aspersión cuya eficiencia de riego tiene un alcance del 75% debido a la presión de los aspersores, por lo que la demanda de agua se reduce de forma notable y varía en los meses de bajas y crecidas de precipitaciones ya que también se consideró la superficie de riego según el tipo de cultivos que se consideraron; en este caso fueron césped, árboles, arbustos, herbáceas y flores. Los valores de necesidad hídrica o demanda de agua para riego de zonas verdes oscilan entre 0.0173 m³/mes a 0.0242 m³/mes, los cuales son menores a los del párrafo anterior. Del mismo modo en la figura 16 de oferta y demanda de agua para riego de áreas verdes se puede apreciar que la oferta tiene la capacidad de cubrir la demanda en todos los meses del año. Por lo que es posible recomendar el aprovechamiento del recurso captado en áreas de cultivo ya que en las manzanas muestrales del estudio se identificaron terrenos de cultivos se pueden abastecer por medio de un sistema de riego optimizado, del mismo modo también se puede aprovechar en la recarga o descarga de inodoros de las viviendas previo una consulta y aprobación por parte de la población.

Con esta propuesta de riego para áreas verdes en parques y jardines, es posible disminuir el uso de agua potable y los gastos económicos de su consumo. Debido a que en el año 2017 se reportaron consumos excesivos de agua potable y exorbitantes cantidades de pagos por el consumo de este recurso vital importante. Siendo la ciudad de Lima y Callao que gastó alrededor de S/ 7.3 millones de soles en agua potable por utilizar el 30% más para el riego de zonas verdes, según Sedapal en el artículo del diario El Comercio. (El Comercio, 2017) A pesar de que en el año 2005 la Ley General de Servicios

de Saneamiento destaca la recomendación de usar agua residual tratada para el riego de parques y jardines, debido a la escasez de agua en Lima que es una zona desértica. A lo que incluso en el año 2012 se modificó el reglamento y se incrementó la tarifa del costo de metro cúbico de agua para evitar el consumo excesivo de agua, debido a que en la mayoría de los casos se riega por inundación. Situación similar al de la ciudad de Lima, ocurre en diversas regiones, provincias y distritos del territorio peruano, por lo que la investigación brinda un aporte válido en cuanto al consumo de agua según el reglamento nacional y la propuesta de un sistema de riego optimizado para reducir el consumo de agua potable y los costos por dicho consumo. Así mismo, en caso de considerar la propuesta es necesario el diseño de un sistema de captación, almacenamiento y distribución del agua pluvial captada.

Así, en esta propuesta se llevó a cabo una prueba de hipótesis que confirmó la relación directa entre la cantidad de agua pluvial recolectada de los techos de las viviendas seleccionadas en el distrito de Ahuac y su uso para el riego de áreas verdes. También se verificó que la demanda hídrica está ligada a la oferta de agua proveniente de la captación en estos techos.

El estudio de Requejo (2019) desarrolló un sistema para recolectar agua de lluvia a partir de techos, destinado a su reutilización en aplicaciones sanitarias y otros usos domésticos. Para ello, recopiló datos de registros históricos de precipitación, considerando superficies de captación que oscilan entre 120 m² y 200 m², además de realizar un análisis de la calidad del agua. Se halló que este método es una alternativa efectiva para mitigar el impacto ambiental, logrando un ahorro del 50% en la factura mensual de agua. Asimismo, se subrayó que esta opción disminuye el riesgo de inundaciones debido al colapso de las redes de alcantarillado y reduce la acumulación de focos infecciosos en áreas con pendientes. Así, la investigación respalda la recopilación

de registros históricos de precipitación y la calidad del agua pluvial, demostrando que es factible su reutilización para el riego de áreas verdes, ya que presenta una menor concentración de sólidos disueltos en comparación con el agua de manantial.

Por otro lado, la investigación realizada por Ruiz (2019) estableció la relación entre el uso y el sistema de captación de agua pluvial en los techos de la facultad de ingeniería de una universidad privada en Huancayo. Se procesaron los datos de precipitaciones para estimar la oferta mensual, al igual que en este estudio, donde se determinó que la demanda de agua para descarga de inodoros, limpieza y riego de áreas verdes puede ser cubierta por la captación de agua en los pabellones. Así, la utilización de estos recursos representa un método de reutilización de agua pluvial que ayuda a reducir el impacto ambiental asociado al consumo de agua en espacios verdes públicos.

Finalmente, el estudio de Tapia (2019) diseñó un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales, trabajando con una muestra de 15 viviendas. Este sistema de aprovechamiento incluye componentes de captación, recolección, dirección, destilación y almacenamiento con una capacidad de 1 m³, para adaptarse a las variaciones en las precipitaciones. En la presente investigación, se analizó un total de 93 viviendas, logrando una significativa cantidad de agua de lluvia captada que puede abastecer el riego de áreas verdes públicas y cultivos. Sin embargo, sería necesario considerar un sistema de destilación para reducir la concentración de sólidos y mejorar la calidad del agua pluvial, permitiendo su reutilización en otros sectores, ya sean públicos o domésticos.

6.2.2. Agua pluvial y el aprovechamiento en limpieza de veredas

Los resultados de la demanda de agua para la limpieza de veredas, se determinó con la recomendación de la norma I.S. 010 de instalaciones sanitarias para edificaciones, la cual señala una dotación de 2.0 l/m²/día donde el área de veredas calculada fue 176 m² para el cual se consideró 8 días o veces de limpieza a la semana ya que se cuenta con el

servicio de parques y jardines de la municipalidad que realiza a limpieza (barrido y recolección de residuos) de forma diaria. De esta forma la demanda de agua para la limpieza de veredas calculada fue 2.81 m^3 mensualmente.

Debido a que la demanda de agua mensual para la limpieza de las veredas fue constante a lo largo de todo el año y la oferta calculada de la captación de agua de lluvia presentó variaciones, no fue posible realizar la prueba de hipótesis de correlación para determinar el grado de correlación. No obstante, de acuerdo con los resultados obtenidos de la oferta de agua de lluvia que va desde los $7.25 \text{ m}^3/\text{mes}$ hasta los $137.33 \text{ m}^3/\text{mes}$ y la demanda de agua para limpieza de $2.81 \text{ m}^3/\text{mes}$, es posible afirmar que la demanda de agua para limpieza se puede abastecer de la oferta de agua que se tiene de las 93 viviendas muestrales del distrito de Ahuac.

Por otro lado, en cuanto a los estudios de calidad de agua proveniente del manantial y de la lluvia captada, se encontró que el agua de lluvia captada presenta menores concentraciones de las características físico químicas del agua, así como por ejemplo la turbidez, dureza total y dureza cálcica que fueron mayores en el agua de manantial a diferencia del agua de lluvia. En cuanto a estos resultados es necesario que al tras realizar la destilación del agua de lluvia se puede tomar nuevas muestras de agua para verificar la calidad de agua con la finalidad de no afectar la salud dermatológica de las personas que manipulan el agua para la limpieza de veredas o en otras áreas que sea necesario el uso de agua, así como evitar la posibilidad de obstruir las tuberías de conducción y distribución. De la misma forma, es necesario mencionar que para este tipo de aprovechamiento también sería recomendable considerar una llave de apertura y una válvula de presión para las mangueras de agua ya que de esta forma se puede reducir el consumo de agua para la limpieza, así como el sistema de riego optimizado.

El estudio de Ruiz (2019) donde se evaluó la relación entre el aprovechamiento hídrico y el sistema de captación de agua pluvial en los techos de facultad de una universidad pública de Huancayo, encontró que la demanda de agua para la limpieza general de dicha facultad es de $0.75 \text{ m}^3/\text{mes}$ de agua para una dotación de 5.0 l/per/día con una incidencia de 5 personas o encargados de la limpieza para 30 días de actividades y la oferta de agua pluvial captada se encuentra entre los $7.35 \text{ m}^3/\text{mes}$ a $155 \text{ m}^3/\text{mes}$. Lo cual señala que la oferta satisface la demanda de agua para la limpieza de áreas verdes durante todo el año, que además se propuso su aprovechamiento por pabellones dentro de la facultad. De acuerdo a este estudio, es posible destacar que la oferta de agua pluvial captada de los techos tiene la capacidad de abastecer la demanda de limpieza de veredas e incluso otras superficies que requieren no necesariamente agua potable.

En el estudio de Tapia (2019) se diseñó un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales en un centro poblado de Moyobamba, San Martín. Donde trabajó con una muestra de 15 viviendas de las cuales se captó agua de los techos, encontró que para abastecer de agua para usos no domésticos en la población, es necesario un reservorio de almacenamiento de 1.0 m^3 ya que las precipitaciones presentan variaciones durante el año por ser una zona de clima tropical. Conforme a este antecedente, en caso de tomar en cuenta la oferta de agua que se puede obtener de captar agua de lluvia según la investigación sería recomendable implementar un reservorio para poder abastecer durante todo el año en la limpieza de veredas, riego de áreas verdes, limpieza de otros sectores y el riego de cultivos de la zona de estudio.

Para finalizar, la investigación realizada por Pimentel (2018) se centró en el diseño de un sistema para el suministro de agua potable mediante la recolección de aguas pluviales en una comunidad ubicada en Pampas, Huancavelica. En este estudio, se recopiló información hidrometeorológica de la región para confirmar la viabilidad del

diseño de un sistema de abastecimiento utilizando agua de lluvia. A partir de este análisis, se puede sostener que los diseños de sistemas de abastecimiento son factibles y pueden implementarse con el objetivo de disminuir el consumo de agua potable en actividades que podrían ser substituidas por aguas residuales, como las que se obtienen de la precipitación recolectada de los techos de las casas.

CONCLUSIONES

1. De modo general de acuerdo a la investigación, se concluye que existe relación directa entre la captación de agua pluvial y su aprovechamiento en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín. Aceptando la hipótesis formulada, ya que la demanda de agua para el riego de áreas verdes y limpieza de veredas se abastece de forma satisfactoria con la oferta del agua de lluvia captada de los techos de las viviendas del distrito, donde las coberturas más comunes fueron de concreto, tejas de arcilla y calaminas.
2. Según los resultados obtenidos, se concluye que la relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en riego de áreas verdes del distrito de Ahuac es directa. Aceptando la hipótesis planteada en la investigación, ya que cuando se considera la propuesta de riego con un sistema optimizado cuya demanda de agua va desde los $0.0173 \text{ m}^3/\text{mes}$ a los $0.0266 \text{ m}^3/\text{mes}$, es cubierto por la oferta durante todo el año que va desde los $7.25 \text{ m}^3/\text{s}$ a los $137.33 \text{ m}^3/\text{mes}$, por lo que es posible incluir otras superficies de riego como terrenos de cultivo dentro de las manzanas o cuadras de muestra de la investigación.
3. Conforme a los resultados obtenidos del segundo objetivo específico, se concluye que la relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en limpieza de áreas verdes en el distrito de Ahuac es directa. Aceptando la hipótesis planteada en la investigación, ya que la demanda de aprovechamiento fue de $2.81 \text{ m}^3/\text{mes}$ y la oferta fue de $7.25 \text{ m}^3/\text{mes}$ a $137.33 \text{ m}^3/\text{mes}$, por lo que es posible abastecer de agua para limpieza de veredas y otras superficies, de tal forma que se reemplace el consumo de agua potable por agua residual de lluvia captada por medio de los techos de las viviendas del distrito de Ahuac.

RECOMENDACIONES

1. De modo general de acuerdo a la investigación, en caso de tomar en cuenta la presente investigación se recomienda considerar los siguientes componentes para el sistema de captación de agua pluvial; red de recolección, red de direccionamiento, destilación, almacenamiento, distribución y conducción para el riego de áreas verdes, cultivos y limpieza de forma independiente en los dos últimos componentes. Asimismo, se recomienda proponer la reformulación de la norma técnica de instalaciones sanitarias en cuanto a la asignación de dotación de agua potable para riego de áreas verdes y limpieza general, así como solicitar el detalle del procedimiento y parámetros para su aplicación en áreas públicas; ya que, al no contar con una clara metodología, el cálculo de la demanda de agua supera al consumo de agua poblacional.
2. En cuanto al primer objetivo específico, se recomienda considerar un sistema de riego optimizado como la aspersión o goteo debido a que reducen notablemente el consumo de agua anualmente y con ello los costos por su consumo por el riego de áreas verdes e incluso en el riego de cultivos debido a que en el área de estudio se encuentran notablemente. De la misma forma se recomienda incluir un sistema de decantado y depuración de contaminantes para reducir la turbidez y evitar la obstrucción de las tuberías de conducción, como en los aspersores ya que estos funcionan a presión y al ingresar partículas se daña el sistema que requiere de reposición y mantenimiento constante reduciendo la eficiencia de funcionamiento. Para finalizar se recomienda, realizar estudios a futuro con las recomendaciones de este apartado.

3. En cuanto al segundo objetivo específico, se recomienda contar con un sistema de destilado antes de la distribución para el uso en la limpieza de veredas u otras áreas generales, con la finalidad de evitar la contaminación biológica y afección dermatológica a los usuarios que manipulan el agua para limpieza ya que la concentración de agentes microbiológicos supera los límites estipulados en el estándar de calidad de ambiental para agua (ECA). Para el cual también sería necesario proteger las redes de captación de agua de los techos con rejillas o geosintéticos en las entradas para evitar el ingreso de sedimentos, residuos biológicos contaminantes, entre otros; con una constante limpieza y mantenimiento. Por lo que la captación de agua pluvial de los techos con elementos de protección, sería factible en otras viviendas y futuros estudios tomando en cuenta los aportes de la investigación y las recomendaciones para su aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, I., Carmona, G., & Bojalil, J. (2008). *Manual de captación de aguas de lluvia para centros urbanos*. México: PNUMA.
- Aguilar, J. (2005). Justificación social de la investigación. *Ingenierías*, 3-6.
- Aguirre, W. (2020). *Pautas para confeccionar la metodología de investigación científica*. Piura, Perú: Universidad Nacional de Tumbes.
- Ames, A., & Zamora, C. (2021). *Evidencia para una nueva Gestión Pública*. Lima, Perú: Series de la Escuela de Gestión Pública de la Universidad del Pacífico. <https://sisisemail.up.edu.pe/sisisemail/docs/2021/398/InformeODS-Agua-Abril.pdf>
- Andina. (11 de Julio de 2021). *Andina: Raciona agua potable en Huancayo por escasez de recurso hídrico en reservas*. <https://andina.pe/agencia/noticia-rationan-agua-potable-huancayo-escasez-recurso-hidrico-reservas-852780.aspx>
- Arriaga, P. (30 de octubre de 2019). *La medida de la precipitación*. iagua: <https://www.iagua.es/blogs/pedro-arriaga/medida-precipitacion>
- Arroyo, V. (31 de Julio de 2017). *La paradoja de la escasez de agua en América Latina*. Banco de desarrollo de América Latina: <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2017/07/la-paradoja-de-la-escasez-de-agua-en-america-latina/>
- BBC news mundo. (24 de Agosto de 2021). *Cómo la escasez de agua está provocando cada vez más guerras en el mundo (y dónde serán los próximos conflictos)*. <https://www.bbc.com/mundo/vert-fut-58259908>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Bogotá, Colombia: Pearson Educación.
- Care. (22 de Marzo de 2021). *Escasez de agua: uno de los mayores desafíos del siglo XXI*. <https://care.org.pe/escasez-de-agua-uno-de-los-mayores-desafios-del-siglo-xxi/>
- Cersa Ingenieros. (2021). *Sistemas de riego*. Cersa Ingenieros.

- El Comercio. (06 de Marzo de 2017). Lima y Callao gastaron S/7,3 mlls en agua potable para regar. Retrieved 2024, from <https://elcomercio.pe/lima/lima-callao-gastaron-s-7-3-mlls-agua-potable-regar-143027-noticia/>
- Espinoza, C. (2014). *Metodología de investigación tecnológica*. Huancayo, Perú: Ciro Espinoza Montes.
- Espinoza, J., Solano, C., Espinoza, F., & Gonzaga, F. (2018). Sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico en la Isla Jambelí, cantón Santa Rosa. *Cumbres*, 151-159.
- Estrada, P., Lozano, D., Marcos, A., Carrión, M., López, M., & Jaramillo, J. (2022). Prototipo de sistema para riego de uso doméstico mediante captación de agua pluvial. *Expo Ibero Primavera. 2022*, 1 - 6.
- Gómez, G., & Grijalva, R. (2012). Riesgos de escasez de agua en la ciudad de Huancayo al año 2030. *Apuntes de ciencia y sociedad, Universidad Continental*, 2(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.18259/acs.2012003>
- Grajales, T. (2000). Tipos de Investigación. *Tipos de Investigación*, 1-4.
- Guevara, Y. (2018). *Sistema de captación de agua pluvial para abastecer el consumo familiar de agua potable, distrito de Moyobamba*. Moyobamba, Perú: Universidad Nacional de San Martín.
- Guevara, Y. (2018). *Sistema de captación de agua pluvial para abastecer el consumo familiar de agua potable, distrito de Moyobamba*. Moyobamba, Perú: Universidad Nacional de San Martín.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). México: McGraw-Hill.
- Hidropluviales. (05 de Julio de 2018). *Captación de agua de lluvia en el mundo*. <https://hidropluviales.com/2018/07/05/captacion-agua-de-lluvia-2/>
- IMTA. (04 de Setiembre de 2018). *IMTA: Instituto Mexicano de Tecnología del agua*. IMTA - Importancia del agua en el planeta y como cuidarla: <https://www.iagua.es/noticias/imta/importancia-agua-planeta-y-como-cuidarla>

- Jiménez, D. (2021). Diseño de un sistema de captación de agua pluvial para uso doméstico. *Innovación de energía y soluciones medioambientales*, 18 - 31.
- Mirassou, S. (2009). *La gestión integral de los recursos hídricos: aportes a un desarrollo conceptual para la gobernabilidad del agua*. Argentina: FLACSO Argentina.
- ONU: Organización de las Naciones Unidas. (24 de Noviembre de 2014). *ONU: La escasez de agua*. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml#:~:text=La%20escasez%20de%20agua&text=La%20escasez%20de%20agua%20afecta,se%20aproximan%20a%20esta%20situaci%C3%B3n>.
- OPS. (2004). *Guía de diseño para captación de agua de lluvia*. Lima, Perú: Organización Panamericana de la Salud.
- Parada, P., & Cervantes, J. (2017). Captación de agua de lluvia y niebla en la época de secas en la ciudad de Xalapa, Veracruz, México. *Ingeniería del Agua*, 21(3), 153 - 163. <https://doi.org/10.4995/Ia.2017.5661>
- Pérez, A., Palacios, O., Anaya, M., & Tovar, J. (2018). Agua de lluvia para consumo humano y uso doméstico en San Miguel Tulancingo, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1427-1432.
- Pimentel, J. (2018). *Diseño y sistema de abastecimiento de agua potable mediante la captación de aguas pluviales en el centro poblado Mantacra distrito de Pampas, Huancavelica 2018*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Requejo, J. (2019). *Sistema de captación de agua pluvial en una vivienda unifamiliar para fines sanitarios y uso doméstico en la ciudad de Jaén - Perú*. Jaén, Perú: Universidad Nacional de Jaén.
- Ruiz, A. (2019). *Aprovechamiento hídrico y sistema de captación de agua pluvial en techos de la facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes - Huancayo*. Huancayo, Perú: Universidad Peruana Los Andes.

Tapia, D. (2018). *Diseño de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales en el centro poblado Santo Domingo del distrito de Habana, provincia de Moyobamba, región San Martín*. Rioja: Universidad Católica Sede Sapientae.

UNESCO. (2021). *Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos* .
<https://es.unesco.org/wwap>

USGS . (7 de Octubre de 2019). *El ciclo del agua*. El ciclo del agua:
https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/el-ciclo-del-agua-water-cycle-spanish?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

Villón, M. (2011). *Hidrología*. Cartago, Costa Rica: Tecnología de Costa Rica.

We are water foundation. (13 de Julio de 2022). *Captación de agua de lluvia, un recurso necesario*. Captación de agua de lluvia, un recurso necesario:
https://www.wearewater.org/es/captacion-de-agua-de-lluvia-un-recurso-necesario_352341#:~:text=La%20recolecci%C3%B3n%20de%20agua%20de,muchas%20zonas%20secas%20y%20deprimidas.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema general ¿Cómo se relaciona la captación de agua pluvial y su aprovechamiento en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023?	Objetivo general Determinar la relación entre la captación de agua pluvial y su aprovechamiento en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023.	Hipótesis general La relación entre la captación de agua pluvial y su aprovechamiento en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023; es directa.	V1: Agua pluvial	D1: Oferta de agua	I1: Precipitación máxima diaria I2: Precipitación media mensual	Método: Científico Tipo: Aplicada Nivel: Correlacional Diseño: No experimental Población: Conformada por viviendas del distrito de Ahuac, Chupaca, Junín. Muestra: Conformada por 93 viviendas del distrito de Ahuac.
Problemas específicos a. ¿Cuál es la relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en riego de áreas verdes en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023? b. ¿Cuál es la relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en limpieza de veredas en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023?	Objetivos específicos a. Determinar la relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en riego de áreas verdes en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023 b. Determinar la relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en limpieza de veredas en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023	Hipótesis específicas a. La relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en riego de áreas verdes en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023; es directa. b. La relación entre la oferta de agua pluvial y el aprovechamiento en limpieza de veredas en el distrito de Ahuac, Chupaca, Junín, 2023; es directa.	V2: Aprovechamiento	Riego de áreas verdes Limpieza de veredas	I1: Características fisicoquímicas I2: Características microbiológicas I1: Requerimiento hídrico de áreas verdes I2: Requerimiento hídrico para limpieza	Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Observación directa, análisis de documentos, fichas de registro, cálculos. Técnicas de procesamiento de datos: Microsoft Excel y SPSS.

Matriz de operacionalización de variables

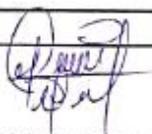
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1: Agua pluvial	Recolección, transporte y almacenamiento de agua de lluvia que cae sobre una superficie natural o artificial. Pueden ser techos de viviendas, edificios, almacenes, tiendas, entre otros (Adler, Carmona, & Bojalil, 2008).	Se identificará la oferta y demanda de agua pluvial en las viviendas seleccionadas del distrito de Ahuac, Chupaca, Junín.	Oferta de agua	Precipitación máxima diaria	mm/hr	Razón
				Precipitación media mensual	mm	Razón
			Calidad de agua	Características físicoquímicas	mg/L	Razón
				Características microbiológicas	NMP/100ml	Razón
Variable 2: Aprovechamiento	Agua de lluvia que puede ser empleada previa a un tratamiento o uso de filtro apropiado. Los usos pueden ser básicos como lavado de ropa, de pisos, sanitarios, como también de riego de áreas verdes (Guevara, 2018).	Para desarrollar esta variable, será necesario determinar la calidad de agua. Así mismo será necesario estimar el requerimiento hídrico para áreas verdes y limpieza de pistas y veredas en el distrito de Ahuac, Chupaca.	Riego de áreas verdes	Requerimiento hídrico de áreas verdes	mm/hr	Razón
			Limpieza de veredas	Requerimiento hídrico para limpieza	mm/hr	Razón

Matriz de operacionalización del instrumento

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
Variable 1: Agua pluvial	Recolección, transporte y almacenamiento de agua de lluvia que cae sobre una superficie natural o artificial. Pueden ser techos de viviendas, edificios, almacenes, tiendas, entre otros (Adler, Carmona, & Bojalil, 2008).	Oferta de agua	Precipitación máxima diaria	mm/hr	Razón	Registros históricos, estación hidrológica SENAMHI
			Precipitación media mensual	Mm	Razón	Registros históricos, estación hidrológica SENAMHI
		Calidad de agua	Características fisicoquímicas	mg/L	Razón	Ficha e informe de calidad de agua
			Características microbiológicas	NMP/100ml	Razón	Ficha e informe de calidad de agua
Variable 2: Aprovechamiento	Agua de lluvia que puede ser empleada previa a un tratamiento o uso de filtro apropiado. Los usos pueden ser básicos como lavado de ropa, de pisos, sanitarios, como también de riego de áreas verdes (Guevara, 2018).	Riego de áreas verdes	Requerimiento hídrico de áreas verdes	mm/hr	Razón	Hoja de cálculo y diseño
		Limpieza de veredas	Requerimiento hídrico para limpieza	mm/hr	Razón	Hoja de cálculo y diseño

Anexo 2: Fichas de validez

FACULTAD DE INGENIERIA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
ANALISIS DE VALIDEZ - FICHA DE RECOPIACION DE DATOS				
PROYECTO:	AGUA PLUVIAL Y SU APROVECHAMIENTO EN EL DISTRITO DE AHUAC, CILICACA, JUNIN 2023			
AUTORES:	BAUT, LEYDI ESTEFANI ROSALBA ORELLANA			
I.	INFORMACIÓN GENERAL			CALIFICACIÓN 0: MAL 1: BIEN
UBICACIÓN:	AHUAC			
DISTRITO:	AHUAC	ALTITUD:	3295 ms. n.m.	
PROVINCIA:	CILICACA	LATITUD:	12°04'00" S	
REGIÓN:	JUNIN	LONGITUD:	75°20'59" O	
II.	Oferta de agua			
	Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad
	Precipitación máxima diaria	mm/día	Precipitación media mensual	mm
III.	Calidad de agua			
	Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad
	Características fisicoquímicas	mg/L	Características microbiológicas	NMP/100ml
IV.	Riego de áreas verdes			
	Indicador 1			Unidad
	Requerimiento hídrico de áreas verdes			mm/hr
V.	Limpieza de veredas			
	Indicador 1			Unidad
	Requerimiento hídrico para limpieza			mm/hr
APELLIDOS Y NOMBRES:	YBARRA SANTOS YASHIDA YAMINA			
PROFESION Y GRADO:	INGENIERO CIVIL			
REGISTRO CIP N°:	250088			
EMAIL:	ybarra.santos@gmail.com			
TELEFONO:	968 69 4294			

Rango de validez	Interpretación	  Yashida Yamina INGENIERO CIVIL CIP N 250088
0.81 - 1.00	Muy alta	
0.61 - 0.80	Alta	
0.41 - 0.60	Media	
0.21 - 0.40	Baja	
0.00 - 0.20	Muy baja	FIRMA

FACULTAD DE INGENIERIA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
ANALISIS DE VALIDEZ - FICHA DE RECOPIACION DE DATOS				
PROYECTO:	AGUA PLUVIAL Y SU APROVECHAMIENTO EN EL DISTRITO DE ATUAC, HUANCA			JUNIO 2023
AUTORES:	BACH. LEYDI ESTEFANI SOLWALAYA ORELLANA			
I. INFORMACIÓN GENERAL				
UBICACIÓN:	Atuac			
DISTRITO:	Atuac	ALTITUD:	3275 m. s. n. m.	
PROVINCIA:	HUANCA	LATITUD:	12° 04' 00" S.	
REGIÓN:	JUNIN	LONGITUD:	75° 20' 59" O	
II. Oferta de agua				
	Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad
	Precipitación máxima diaria	mm/día	Precipitación media mensual	mm
1				
III. Calidad de agua				
	Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad
	Características fisicoquímicas	mg/L	Características microbiológicas	NMP/100ml
1				
IV. Riego de áreas verdes				
	Indicador 1			Unidad
	Requerimiento hídrico de áreas verdes			mm/hr
1				
V. Limpieza de veredas				
	Indicador 1			Unidad
	Requerimiento hídrico para limpieza			mm/hr
0				
APELLIDOS Y NOMBRES:	SANTANA BLAS DEVI EDUARDO			
PROFESION Y GRADO:	INGENIERO CIVIL			
REGISTRO CIP N°:	255413			
EMAIL:	santana - 1 - 1@hotmail.com			
TELEFONO:	996 526 065			

Rango de validez	Interpretación	 E. Santana Blas INGENIERO CIVIL N° 255413
0.81 - 1.00	Muy alta	
0.61 - 0.80	Alta	
0.41 - 0.60	Media	
0.21 - 0.40	Baja	
0.00 - 0.20	Muy baja	

FIRMA

FACULTAD DE INGENIERIA		 UPLA <small>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</small>	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
ANALISIS DE VALIDEZ - FICHA DE RECOPIACION DE DATOS			
PROYECTO:	AGUA PLUVIAL Y SU APROVECHAMIENTO EN EL DISTRITO DE AHUAC, (HUAPACA), JUNIO 2023		
AUTORES:	BACH. LEYDIA ESTEFANI SOWALAYA ORELLANA		
I. INFORMACIÓN GENERAL			
UBICACIÓN:	AHUAC		
DISTRITO:	AHUAC	ALTITUD:	3295 m.s.n.m
PROVINCIA:	HUAPACA	LATITUD:	12° 04' 00" S.
REGIÓN:	YUNÁN	LONGITUD:	75° 20' 59" O.
II. Oferta de agua			
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad
Precipitación máxima diaria	mm/día	Precipitación media mensual	mm
1			
III. Calidad de agua			
Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad
Características fisicoquímicas	mg/L	Características microbiológicas	NMP/100ml
1			
IV. Riego de áreas verdes			
Indicador 1	Unidad		
Requerimiento hídrico de áreas verdes	mm/hr		
1			
V. Limpieza de veredas			
Indicador 1	Unidad		
Requerimiento hídrico para limpieza	mm/hr		
1			
APELLIDOS Y NOMBRES:	Gavilan Alvarado Gan franco		
PROFESION Y GRADO:	Ingeniero Civil		
REGISTRO CIP N°:	226664		
EMAIL:	inguan-gal@hotmail.com		
TELEFONO:	987607221		

Rango de valide	Interpretación	 Gian F. Gavilan Alvarado INGENIERO CIVIL CIP. N° 226664 FIRMA
0.81 - 1.00	Muy alta	
0.61 - 0.80	Alta	
0.41 - 0.60	Media	
0.21 - 0.40	Baja	
0.00 - 0.20	Muy baja	

Anexo 3: Registros de precipitación, estación Huayao

 PERÚ		Ministerio del Ambiente		Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI		Dirección Zonal 11		 BICENTENARIO PERÚ 2021					
ESTACION :	HUAYAO			LATITUD:	12° 02' 24.55"	Este	DPTO Junín						
N°	112056			LONGITUD:	75° 19' 13.82"	Sur	PROV CHUPACA						
CATEGORIA:	CP			ALTITUD:	3321	m.snm	DIST HUACHAC						
Parámetro: Precipitación Máxima en 24 horas (mm)							Periodo:						
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1980	16.5	31.2	30.7	9.4	12.7	0.0	5.3	5.6	3.0	38.4	19.1	19.6	38.4
1981	20.6	29.2	24.9	15.7	3.0	1.0	16.5	23.1	8.6	16.8	18.5	25.1	29.2
1982	15.5	23.4	13.7	13.0	0.0	5.0	3.0	10.4	10.4	26.7	13.5	26.7	26.7
1983	20.3	13.7	29.7	10.7	15.5	4.1	0.3	6.9	8.4	14.0	14.0	14.2	29.7
1984	21.8	38.1	32.3	9.9	8.9	3.0	2.5	0.8	22.6	29.2	32.0	10.9	38.1
1985	16.5	21.3	13.5	18.3	7.4	1.3	3.8	4.8	37.3	17.5	15.7	21.1	37.3
1986	24.4	33.8	22.1	18.1	5.4	0.0	3.8	13.0	13.9	6.1	6.9	14.3	33.8
1987	31.5	24.2	22.7	39.4	7.5	10.2	6.3	4.1	15.7	10.1	7.4	23.4	39.4
1988	41.8	28.2	14.2	18.4	11.7	1.0	0.0	8.6	10.4	12.2	9.1	20.6	41.8
1989	11.4	39.8	18.8	25.4	11.9	3.8	0.3	6.4	4.9	37.9	10.5	7.8	39.8
1990	16.2	36.1	38.9	16.0	7.6	15.3	4.6	5.4	11.7	15.0	29.4	15.2	38.9
1991	17.3	15.7	37.3	21.6	9.8	5.7	1.0	0.0	19.3	19.0	11.2	10.3	37.3
1992	16.0	22.5	15.0	8.6	5.3	4.3	2.5	4.3	10.9	12.2	7.6	11.9	22.5
1993	20.9	18.6	34.5	15.3	6.9	0.6	2.3	10.6	0.0	15.3	16.0	33.5	34.5
1994	17.3	39.4	25.1	24.1	11.2	1.5	0.8	14.0	2.8	21.1	13.0	24.2	39.4
1995	13.8	28.0	16.5	6.8	19.9	2.0	4.9	9.7	12.7	20.8	15.0	22.8	28.0
1996	28.2	15.2	11.7	21.1	3.3	0.8	0.0	5.6	5.9	16.0	9.4	12.5	28.2
1997	13.0	50.5	12.7	12.7	1.3	0.3	1.0	7.1	14.0	7.7	12.2	29.5	50.5
1998	18.8	21.3	8.9	25.7	1.8	2.1	0.0	14.5	23.1	19.3	11.2	8.9	25.7
1999	18.8	27.7	14.5	12.9	3.3	15.8	5.8	3.0	12.7	16.5	19.1	11.2	27.7
2000	14.5	17.7	24.2	7.1	4.1	1.3	5.1	8.4	7.8	17.1	8.9	19.6	24.2
2001	24.9	16.5	17.5	12.2	5.8	1.5	7.2	1.5	17.2	20.3	13.8	29.2	29.2
2002	25.1	30.3	23.9	5.8	2.5	2.5	8.9	9.1	21.9	18.3	22.8	25.4	30.3
2003	14.7	26.4	25.7	21.8	7.6	2.3	1.0	11.9	6.7	7.4	19.3	16.8	26.4
2004	9.9	37.6	15.5	8.6	5.5	4.9	5.5	2.8	9.7	6.9	21.1	12.2	37.6
2005	22.4	13.3	16.6	11.1	6.9	0.4	3.1	2.3	7.6	26.2	20.2	13.9	26.2
2006	26.2	14.9	15.5	4.8	1.2	3.5	31.9	3.3	12.9	13.3	9.7	19.0	31.9
2007	32.4	6.5	16.0	17.3	9.0	0.0	0.8	1.3	5.8	17.7	18.4	19.6	32.4
2008	17.9	12.4	12.6	13.3	2.8	9.1	4.8	11.7	11.5	18.3	10.1	17.6	18.3
2009	23.3	16.7	32.3	40.7	6.2	6.1	3.2	25.6	13.5	6.4	14.5	34.9	40.7
2010	25.8	24.0	25.4	27.1	0.8	3.4	4.8	0.8	3.3	13.5	4.0	19.8	27.1
2011	21.2	66.0	27.0	20.5	13.8	0.0	1.9	1.3	16.3	15.7	17.0	20.6	66.0
2012	16.3	23.4	13.8	17.4	10.3	7.3	0.4	1.1	8.3	9.6	22.4	22.8	23.4
2013	22.3	22.4	8.2	18.2	2.7	5.9	1.2	18.8	35.7	6.5	12.1	13.5	35.7
2014	35.2	21.1	23.5	10.8	45.5	8.5	4.9	0.6	24.8	13.8	24.0	23.1	45.5
2015	10.2	42.7	19.1	27.5	4.0	10.4	5.9	5.6	18.1	13.8	18.7	15.9	42.7
2016	5.0	21.3	15.4	11.2	3.4	0.6	2.3	5.0	23.8	34.1	14.1	18.2	34.1
2017	20.8	33.7	25.5	9.8	5.8	3.1	3.8	4.1	17.1	24.9	15.8	11.1	33.7
2018	31.8	11.1	22.1	8.1	2.1	3.1	3.0	10.2	25.4	16.8	18.0	22.6	31.8
2019	28.7	11.9	16.5	15.2	5.5	0.3	4.6	0.4	1.4	17.1	18.9	45.8	45.8
2020	11.3	16.8	17.6	TR	TR	TR	TR	1.2	12.7	6.1	8.0	18.6	18.6
2021	23.1	11.2	31.2	15.4	5.0	5.0	0.0	27.7	23.5	10.9	15.1	14.7	31.2
2022	26.9	19.5	41.6	28.1	3.5	0.0	6.4	2.6	14.0	2.6	17.9	31.4	41.6
2023													0.0
2024													0.0
2025													0.0
2026													0.0
2027													0.0
2028													0.0
2029													0.0
2030													0.0
NORMALES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PROM	20.7	25.0	21.5	16.6	7.3	3.7	4.2	7.3	13.7	16.5	15.2	19.8	14.3
Max	41.8	66.0	41.6	40.7	45.5	15.8	31.9	27.7	37.3	38.4	32.0	45.8	66.0
Min	5.0	6.5	8.2	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	4.0	7.8	0.0

Leyenda

El Niño: Leve Medio Fuerte Muy intenso (meganiño)
 La Niña: Leve Medio Fuerte

 PERÚ		Ministerio del Ambiente		Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI		Dirección Zonal 11		 BICENTENARIO PERÚ 2021					
ESTACION :	HUAYAO	LATITUD:	12° 02' 24.55"	Este	DPTO Junín								
N°	112056	LONGITUD:	75° 19' 13.82"	Sur	PROV CHUPACA								
CATEGORIA:	CP	ALTITUD:	3321	msnm	DIST HUACHAC								
								F.INST.		1/3/31			
Parámetro:	Precipitación Total Mensual (mm)						Período:						
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1980	59.9	87.5	185.3	33.0	17.8	0.0	8.3	8.1	15.4	121.3	48.2	78.4	663.2
1981	119.6	239.7	104.6	55.8	7.8	2.8	16.5	41.5	56.7	106.4	71.0	137.0	959.4
1982	118.0	112.9	65.5	66.3	0.0	10.4	6.8	24.0	42.7	133.6	77.8	87.6	745.6
1983	124.8	55.4	120.6	36.1	24.4	13.8	0.6	11.0	40.1	60.0	52.7	35.1	574.6
1984	170.9	219.4	141.9	36.7	24.3	11.2	3.4	1.6	43.7	87.7	162.5	58.6	961.9
1985	78.5	161.8	80.8	55.6	19.2	5.6	9.7	10.1	90.1	76.3	89.6	137.1	814.2
1986	157.2	224.1	151.8	126.8	11.4	0.0	6.5	20.9	41.0	33.0	35.9	78.1	886.3
1987	156.3	146.9	66.2	72.8	18.9	15.3	11.8	6.3	40.2	33.9	41.5	118.2	728.0
1988	209.6	129.0	87.8	53.7	26.9	1.0	0.0	8.6	27.1	68.8	29.9	161.5	803.7
1989	93.5	189.0	203.0	89.0	20.6	15.1	0.4	17.4	13.7	122.9	45.2	40.7	850.1
1990	119.2	135.7	100.5	41.2	20.1	63.1	10.1	20.5	61.0	75.0	133.1	91.4	870.6
1991	71.2	54.5	163.3	82.0	34.4	16.7	1.4	0.0	57.3	57.6	64.7	38.7	641.3
1992	77.8	102.7	82.2	23.2	8.0	17.1	4.3	11.7	26.8	51.7	34.8	60.5	500.5
1993	140.2	144.6	107.7	103.0	18.6	1.1	3.6	25.1	0.0	65.9	109.1	131.7	850.3
1994	121.2	198.1	137.1	90.8	28.3	1.5	1.3	16.9	16.5	58.7	61.8	111.7	843.8
1995	68.9	131.2	125.4	19.6	26.9	2.6	9.3	16.4	36.5	76.1	56.0	98.3	667.0
1996	98.5	91.9	105.2	37.7	4.6	1.3	0.0	16.3	22.8	58.8	32.3	86.0	555.2
1997	103.9	187.5	70.6	37.5	2.9	0.3	1.3	18.3	46.7	33.1	75.0	125.6	702.5
1998	153.5	126.0	61.3	81.7	1.9	3.9	0.0	35.0	33.9	93.2	56.7	79.3	726.3
1999	113.3	148.7	75.5	59.7	6.6	22.7	8.1	7.9	62.8	50.9	82.6	76.8	715.6
2000	106.9	141.7	111.6	16.1	16.3	3.8	10.0	36.4	17.6	68.8	31.7	114.8	675.7
2001	166.0	92.3	161.0	26.1	15.8	1.5	18.6	5.9	62.7	104.9	57.7	115.8	828.3
2002	95.6	149.2	115.8	28.4	12.3	4.4	31.0	11.7	66.2	71.7	93.9	133.3	813.5
2003	127.7	111.6	133.6	99.6	26.0	2.6	1.5	22.3	25.6	37.7	65.7	116.3	770.2
2004	52.1	159.6	51.1	35.9	16.6	9.0	15.0	7.3	44.6	49.5	95.9	81.4	618.0
2005	52.1	73.4	74.3	25.6	14.0	0.6	6.3	5.8	19.3	116.7	61.1	71.5	520.7
2006	158.3	73.4	80.9	19.4	2.3	5.0	31.9	7.9	52.3	50.7	51.2	86.6	619.9
2007	97.4	36.3	145.1	55.6	13.0	0.0	2.6	2.2	15.9	64.4	50.6	80.3	563.4
2008	105.1	62.3	50.7	24.5	3.8	11.8	6.4	18.9	40.1	70.1	32.3	67.9	493.9
2009	92.5	89.7	131.0	62.9	16.4	9.7	7.4	32.1	26.4	40.1	114.6	111.7	734.5
2010	173.8	86.3	108.3	40.2	1.1	6.4	4.8	1.0	5.6	48.8	25.4	96.9	598.7
2011	157.3	379.5	111.8	72.9	19.3	0.0	3.6	1.9	68.6	49.5	71.3	124.9	1060.6
2012	77.6	145.9	76.8	87.7	19.3	14.3	0.4	1.1	31.0	41.3	73.6	132.9	701.9
2013	149.8	147.1	58.7	45.5	8.5	8.8	1.8	30.2	64.9	33.8	41.9	79.6	670.6
2014	148.2	78.9	139.8	42.2	72.4	11.8	14.5	1.4	60.8	35.8	85.2	115.7	806.7
2015	96.3	171.2	70.9	101.6	8.0	24.0	9.8	8.0	52.7	52.2	90.3	125.2	810.2
2016	37.8	142.3	80.5	59.9	6.7	1.2	2.3	8.7	61.0	107.5	39.5	65.6	613.0
2017	191.4	161.0	89.0	63.5	29.9	7.3	3.8	5.4	51.9	53.1	49.5	83.3	789.1
2018	166.7	82.6	163.0	40.2	5.8	4.0	4.5	28.5	59.0	80.1	43.8	54.9	733.1
2019	150.7	108.3	100.3	46.0	21.0	0.5	5.2	0.4	2.9	35.0	60.7	226.1	757.1
2020	52.7	111.3	41.3	TR	TR	TR	TR	1.5	42.8	18.3	23.7	87.4	379.0
2021	131.6	30.3	133.0	41.8	20.3	19.4	0.0	35.6	39.6	54.0	100.7	60.3	666.6
2022	104.3	127.5	142.2	80.8	10.5	0.0	6.5	6.2	28.6	9.2	34.5	146.0	696.3
2023													0.0
2024													0.0
2025													0.0
2026													0.0
2027													0.0
2028													0.0
2029													0.0
2030													0.0
NORMALES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PROM	117.4	131.3	107.1	55.2	16.3	8.4	6.9	13.9	39.9	64.1	64.1	97.9	60.2
Max	209.6	379.5	203.0	126.8	72.4	63.1	31.9	41.5	90.1	133.6	162.5	226.1	379.5
Min	37.8	30.3	41.3	16.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	23.7	35.1	0.0
Leyenda													
El Niño: Leve Medio Fuerte Muy intenso (meganiño)													
La Niña: Leve Medio Fuerte													

Anexo 4: Superficie de cobertura por vivienda

Cobertura	Manzana 1		Manzana 2		Manzana 3	
Losa de concreto	V-1	9.45	V-1	13.28	V-1	24.86
	V-2	7.65	V-2	7.70	V-2	18.52
	V-3	20.13	V-3	11.18	V-3	17.23
	V-4	7.63	V-4	9.77	V-4	10.71
	V-5	20.59	V-5	19.27	V-5	12.66
	V-6	11.13	V-6	17.62	V-6 - B	14.28
	V-7	9.31	V-7	11.68	V-7	17.63
	V-8	6.77			V-8	14.80
	V-9	9.41			V-9	10.57
	V-10	13.26			V-10	20.60
	V-11	19.14			V-11	12.19
	V-12	18.44			V-12	8.59
	V-13	13.07			V-13	10.12
	V-14	9.02			V-14	13.84
Tejas de arcilla	V-15	11.01	V-8	19.67	V-15	15.58
	V-16	6.07	V-9	10.83	V-16	10.41
	V-17	16.35	V-10	20.52	V-17	16.68
	V-18	11.91			V-18	10.24
	V-19	6.88			V-19	7.66
	V-20	14.16			V-20	9.00
	V-21	12.57			V-6 - A	10.86
	V-22	6.27			V-21 - A	10.93
	V-23-A	7.01			V-22	10.25
	V-24	6.88			V-23	11.57
	V-25	6.52			V-24	14.22
	V-26	14.84				
	V-27	20.37				
Calaminas	V-28	13.32	V-11	18.13	V-25	16.32
	V-29	6.93	V-12	17.52	V-21 - B	5.80
	V-23-B	9.91	V-13	21.41	V-26	8.73
	V-30	11.84	V-14	15.29	V-27	10.99
	V-31	6.35	V-15	12.95	V-28	12.48
	V-32	6.90	V-16	16.51	V-29	20.02
	V-33	6.32	V-17	10.27	V-30	17.32
	V-34	7.59	V-18	8.30	V-31	4.39
	V-35	9.02	V-19	11.92	V-32	11.99
	V-36	14.21	V-20	15.61	V-33	13.52
	V-37	16.14				
	V-38	19.91				
	V-39	10.83				
V-40	7.55					

Anexo 5: Certificado de calidad de agua



INFORME DE ENSAYO N° 1-0133/23

Pág. 1/1

Cliente : Leydi Estefani Socualaya Orellana

Dirección : Jr. Progreso s/n

Proyecto : Agua Pluvial y su aprovechamiento en el distrito de Ahuac, Chupaca - Junín 2023

Muestra(s) Declarada(s) : Agua pluvial y agua de manantial

Procedencia de las muestras : La Toma - Ahuac

Cantidad de muestras : 02

Presentación de las muestras : Frasco de plástico

Fecha de Recepción : 14/11/23

Fecha de Ejecución de Ensayo : 14/11/23

Fecha de Término de Ensayo : 27/11/23

Fecha de Emisión de Informe : 29/11/23

N° de Cotización de Servicio : GJ/COT-2023-148

Código del cliente	Ensayo	Unidad	Resultados	
ASUP-M	pH	Unidad de pH	7.5	
	Conductividad	uS/cm	400	
	TDS	mg/L	190	
	TSS	mg/L	<1.3	
	Dureza Total	mg/L	104.0	
	Dureza Calcica	mg/L	80.0	
	Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	48.0	
	Cloruros	mg/L Cl ⁻	27.03	
	Oxígeno disuelto	mg/L	6.15	
	Turbidez	NTU	3.52	
	Escherichia coli	UFC/100mL	3.73x10 ⁴	
	Coliformes Totales	NMP/100mL	4.6x10 ⁴	
	ASUP-L	pH	Unidad de pH	7.3
		Conductividad	uS/cm	50
TDS		mg/L	20	
TSS		mg/L	<1.3	
Dureza Total		mg/L	6.0	
Dureza Calcica		mg/L	4.0	
Alcalinidad		mg/L CaCO ₃	<1.0	
Cloruros		mg/L Cl ⁻	12.02	
Oxígeno disuelto		mg/L	8.85	
Turbidez		NTU	1.82	
Escherichia coli	UFC/100mL	2x10 ³		
Coliformes Totales	NMP/100mL	2.8x10 ³		

- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia

Método de Análisis:

Sólidos Suspendedos Totales: SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.2017.Sólidos Total Suspended Solids Driedat 103-105°C.

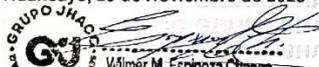
Cloruros: EPA Method 825.3 1999 Chloride (Titrimetric, Mercuric Nitrate)

Turbidez: EPA Method 180.1 1999 Turbidity, Nephelometric

Dureza: EPA Method 130.2 1999 Hardness Total (Titrimetric, EDTA)

Microbiología: SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 9221, 23rd Ed.2017. Microbiological. Multiple-Tube Fermentation Technique

Huancayo, 29 de Noviembre de 2023


Wilmer M. Espinoza Chonca
 SUPER VISOR DE LABORATORIO

*El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe

*Prohibida la reproducción total o parcial de este Informe, sin la autorización escrita del LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES GRUPO JHACC

*Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema

de la calidad de la entidad que lo produce.

LAA-GJ

Rev. 01

Jr. Santa Rosa N° 1361 - El Tambo, Huancayo - Perú Celular: 971 718825 - 954 416149 - 956 988682

Correo: proyectos@grupojhacc.com / administracion@grupojhacc.com

www.grupojhacc.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

Coeficiente de cultivo	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Kc	0.82	0.80	0.85	0.95	0.80	0.82	0.88	0.83	0.76	0.78	0.68	0.73

3. Evapotranspiración potencial (ETP)

- ✓ Factor mensual de evapotranspiración (MF)

Grados	Minutos	Segundos	Resultado
12	5	3.4	12.08

Latitud sur	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
12°	2.625	2.292	2.350	2.002	1.799	1.608	1.719	1.950	2.169	2.477	2.520	2.643
12.08°	2.627	2.293	2.350	2.000	1.796	1.605	1.716	1.948	2.168	2.478	2.522	2.646
13°	2.652	2.305	2.345	1.981	1.767	1.572	1.684	1.922	2.157	2.484	2.543	2.675

- ✓ Factor mensual de la temperatura promedio mensual

Temperatura	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
°C	8.5	8.0	8.5	8.0	7.5	6.0	6.0	7.0	7.5	9.0	9.0	9.0
°F	47.3	46.4	47.3	46.4	45.5	42.8	42.8	44.6	45.5	48.2	48.2	48.2

✓ Factor de humedad relativa (CH)

Parámetros	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
HR %	68.8	71.3	71	68.9	61.5	56.5	53.6	53	56.3	56	56.9	64.6
CH	0.93	0.89	0.89	0.93	1.03	1.09	1.13	1.14	1.10	1.10	1.09	0.99

✓ Evapotranspiración potencial (ETP)

Altitud: Ahuac 3295 msnm

Parámetros	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
MF	2.627	2.293	2.350	2.000	1.796	1.605	1.716	1.948	2.168	2.478	2.522	2.646
TMF (°F)	47.3	46.4	47.3	46.4	45.5	42.8	42.8	44.6	45.5	48.2	48.2	48.2
CH	0.93	0.89	0.89	0.93	1.03	1.09	1.13	1.14	1.10	1.10	1.09	0.99
CE	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
ETP	122.82	100.86	105.89	91.58	89.73	80.16	88.52	105.37	115.38	140.16	141.20	134.25

4. Evapotranspiración real (ETR)

Parámetros	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Kc	0.82	0.80	0.85	0.95	0.80	0.82	0.88	0.83	0.76	0.78	0.68	0.73
ETP (mm)	122.82	100.86	105.89	91.58	89.73	80.16	88.52	105.37	115.38	140.16	141.20	134.25
ETR (mm)	100.49	80.66	89.48	87.28	71.70	65.82	77.72	87.65	87.47	109.14	96.55	97.90

5. Precipitación media mensual

Parámetros	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
PP media	37.80	30.30	41.30	16.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.20	23.70	35.12
PP ef 75% persistencia	28.35	22.73	30.98	12.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90	17.78	26.34

6. Requerimiento de riego

Parámetros	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
PP ef 75% persistencia	28.35	22.73	30.98	12.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90	17.78	26.34
ETR (mm)	100.49	80.66	89.48	87.28	71.70	65.82	77.72	87.65	87.47	109.14	96.55	97.90
Req. De riego	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

7. Déficit de humedad

Parámetros	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
ETR (mm)	100.49	80.66	89.48	87.28	71.70	65.82	77.72	87.65	87.47	109.14	96.55	97.90
PP ef 75% persistencia	28.35	22.73	30.98	12.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90	17.78	26.34
Déficit de humedad	72.14	57.94	58.51	75.20	71.70	65.82	77.72	87.65	87.47	102.24	78.77	71.56

8. Déficit de humedad a la eficiencia de riego

Parámetros	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Deficit de humedad	72.14	57.94	58.51	75.20	71.70	65.82	77.72	87.65	87.47	102.24	78.77	71.56
Def. humedad 65%	110.99	89.14	90.01	115.70	110.30	101.27	119.58	134.84	134.57	157.30	121.19	110.09

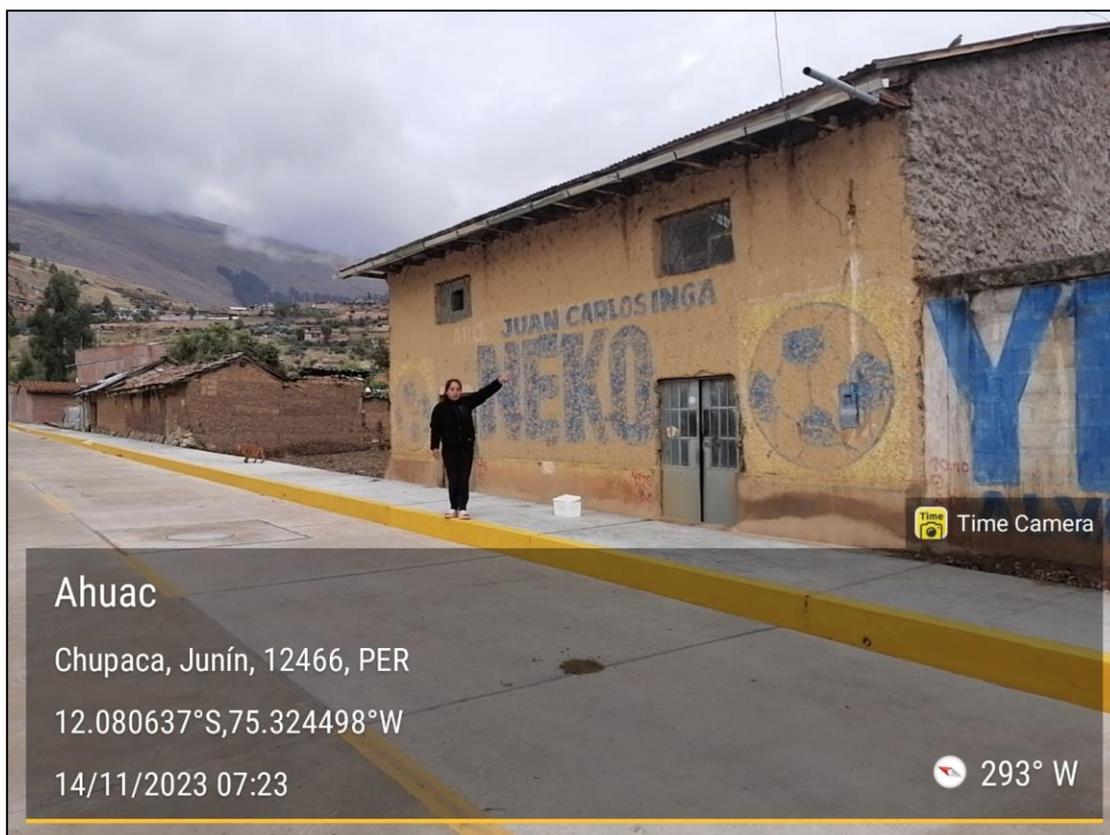
9. Demanda de agua

Parámetros	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Def. humedad 65%	110.99	89.14	90.01	115.70	110.30	101.27	119.58	134.84	134.57	157.30	121.19	110.09
Área de cultivos (ha)	0.0196	0.0196	0.0196	0.0188	0.0159	0.0171	0.0171	0.0171	0.0171	0.0169	0.0200	0.0196
Demanda Agua (mc)	0.0218	0.0175	0.0176	0.0218	0.0175	0.0173	0.0204	0.0231	0.0230	0.0266	0.0242	0.0216

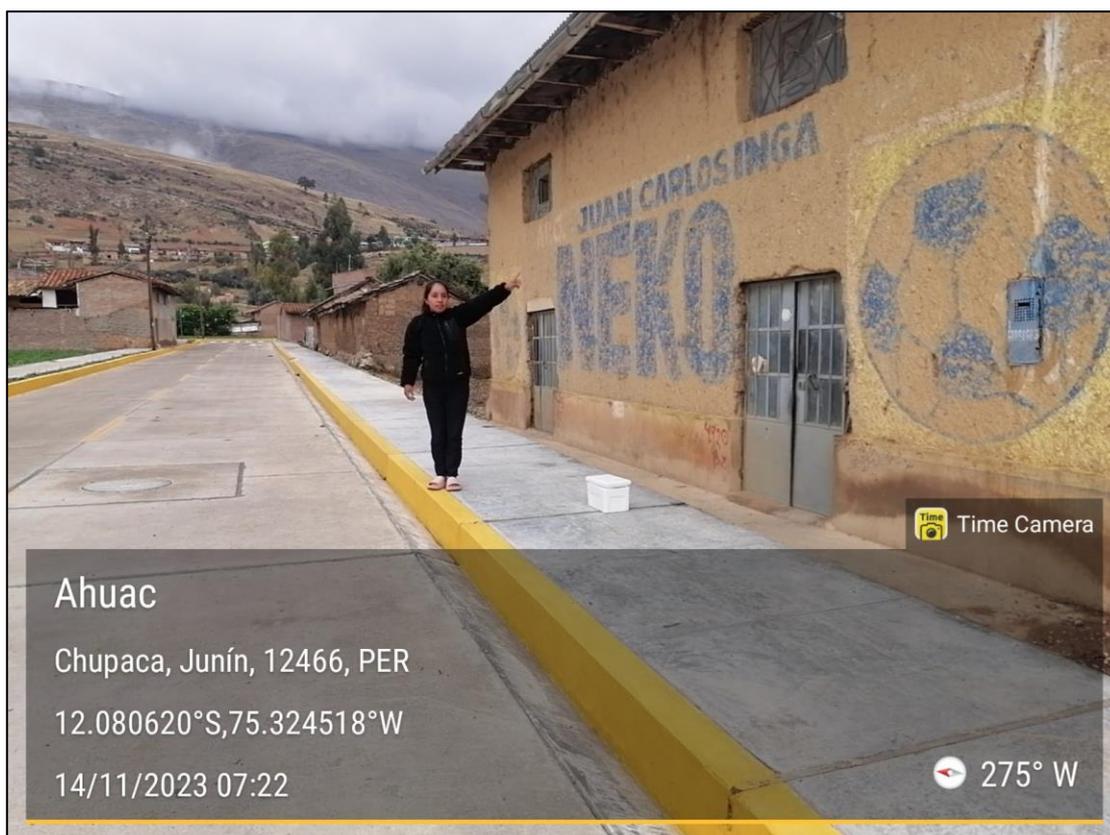
10. Caudal de diseño

Parámetros	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Demanda Agua (mc)	0.0218	0.0175	0.0176	0.0218	0.0175	0.0173	0.0204	0.0231	0.0230	0.0266	0.0242	0.0216
Días del mes	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Q (14 horas de riego) (l/s)	0.014	0.012	0.011	0.014	0.011	0.011	0.013	0.015	0.015	0.017	0.016	0.014
Q diseño (l/s)	0.0170											

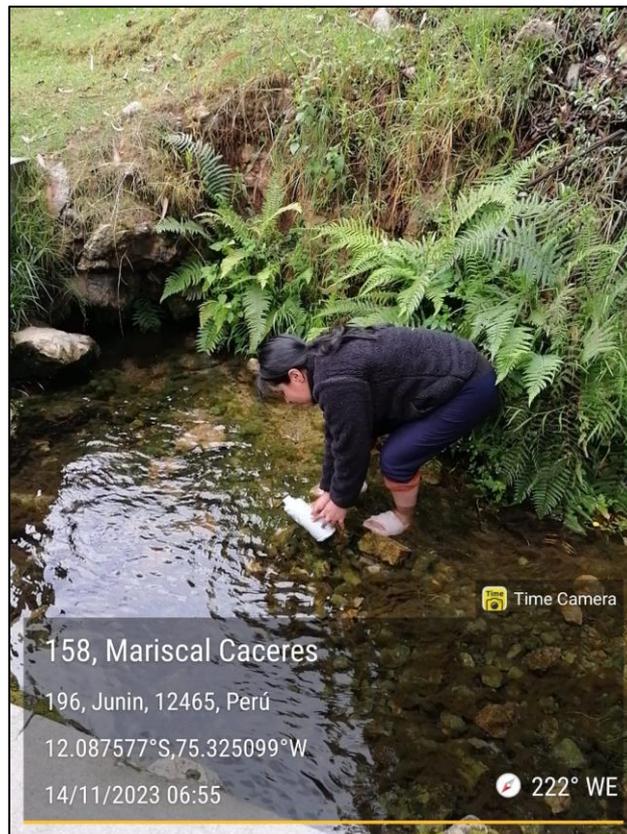
PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Ubicación de las viviendas muestrales en la manzana del distrito



Fotografía 2. Vivienda con cobertura de techo de tejas de arcilla



Fotografía 3. Agua captada del manantial



Fotografía 4. Agua captada de las coberturas de las viviendas



Fotografía 5. Toma de muestras válidas para la prueba de calidad de agua de manantial 1



Fotografía 6. Toma de muestras válidas para la prueba de calidad de agua de manantial 2



Fotografía 7. Toma de muestras válidas para la prueba de calidad de agua de lluvia 1



Fotografía 8. Toma de muestras válidas para la prueba de calidad de agua de lluvia 2