



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA**



**Sistema de captación de agua pluvial para abastecer el consumo familiar de  
agua potable, distrito de Moyobamba – 2018**

**Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Sanitario**

**AUTOR:**

**Yober Gusman Guevara Diaz**

**ASESOR:**

**Ing. M. Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz**

**Código N° 6056618**

**Moyobamba – Perú**

**2020**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO

## FACULTAD DE ECOLOGÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA




**Sistema de captación de agua pluvial para abastecer el consumo familiar de agua potable, distrito de Moyobamba – 2018**


**AUTOR:**

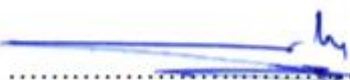
**Yober Gusman Guevara Díaz**

**Sustentada y aprobada el 04 de noviembre del 2020, por los siguientes jurados:**

  
.....  
**Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia**  
**Presidente**

  
.....  
**Ing. M. Sc. Santiago Alberto Casas Luna**  
**Secretario**

  
.....  
**Ing. M. Sc. Gerardo Cáceres Bardález**  
**Miembro**

  
.....  
**Ing. M. Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz**  
**Asesor**

## Declaratoria de autenticidad

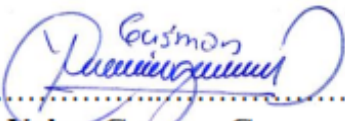
**Yober Gusman Guevara Diaz**, con DNI N° 76073992, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autor de la tesis titulada: **Sistema de captación de agua pluvial para abastecer el consumo familiar de agua potable, distrito de Moyobamba - 2018.**

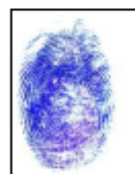
Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 04 de noviembre del 2019.

  
.....  
**Bach. Yober Gusman Guevara Diaz**  
DNI N° 76073992



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	GUEVARA DIAZ YOBER GUSMAN		
Código de alumno :	76073992	Teléfono:	950820495
Correo electrónico :	yober-gusman@hotmail.com	DNI:	76073992

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	ECOLOGIA
Escuela Profesional de:	INGENIERIA SANITARIA

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título :	" Sistema de Captación de agua pluvial para abastecer el consumo familiar de agua potable, distrito de Moyobamba - 2018"
Año de publicación:	2019

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

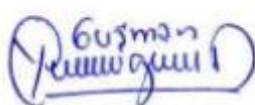

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

Firma y huella del Autor

## 8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

11 / 03 / 2021

  
  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T.  
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e  
Innovación de Acceso Abierto - UNSM-T.  
Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea  
Responsable

\* **Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

### **A Dios:**

Por regalarme el don de la vida, y dejarme nacer en una maravillosa familia.

### **A mis padres:**

Santos y Presentación, quienes me dieron la vida y han sido el motor día tras día, quienes me han empujado a continuar todos estos años y por acompañarme en los buenos y malos momentos y gracias por su infinito amor, cariño comprensión y apoyo incondicional he podido llegar hasta este momento en mi vida y poder lograr una de mis metas trazadas.

### **A mis hermanos:**

A esos nueve guerreros por tener la paciencia conmigo en todos los días de mi vida, por caminar junto a mí en todo momento. Gracias a su valentía y perseverancia aprendí a dejar todo obstáculo en el camino y seguir luchando por mis sueños.

### **A mis amigos:**

A los amigos que estuvieron conmigo en todo este proceso educativo, quiero hacer mención a todos aquellos de la promoción de ingreso 2013-II y la promoción de egreso 2018-I, dedico este trabajo de investigación a todos ustedes porque fueron la compañía durante los cinco años de universidad.

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por darme la vida y guiarme siempre, por ser mi escudo y fortaleza en los momentos de debilidad y angustia, y darme siempre la fuerza de seguir cada día adelante en cada paso de mi vida.

A una mujer de fe, luchadora; por el amor, el apoyo en cada instante de mi desarrollo profesional y personal y por depositar su confianza en cada proyecto soñado, por enseñarme su valentía, perseverancia y fortaleza; mi querida madre.

A mi papá por el apoyo y lucha incondicional día tras día; por ser ese ser humano de fuerzas inagotables y enseñarme los valores fundamentales de la vida.

A la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, por su contribución en nuestra formación profesional.

A todos los docentes de la Facultad de Ecología que con su ardua labor me han formado para la vida profesional.

A los Señores miembros del jurado; Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia, Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna, e Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález, por sus aportes en la revisión del presente trabajo de investigación.

Al Ing. M.Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz, por su asesoramiento en la presente investigación.

Al propietario de la vivienda donde se realizó el presente trabajo de investigación, por la disponibilidad de su tiempo y accesibilidad que me brindó durante todo este proceso.

Y para finalizar, agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase de la Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.



## Índice

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento .....	vii
Resumen .....	xiii
Abstract.....	xiv
 Introducción.....	 1
 CAPÍTULO I.....	 3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2. Bases teóricas .....	8
1.3. Definición de Términos.....	29
 CAPÍTULO II.....	 34
MATERIAL Y MÉTODOS .....	34
2.1. Sistema de hipótesis. ....	34
2.2. Sistema de variables. ....	34
2.3. Tipo y Nivel de investigación.....	34
2.4. Diseño de investigación.....	34
2.5. Población y muestra. ....	34
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	35
2.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	35
 CAPÍTULO III .....	 36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
3.1. Oferta del recurso hídrico proveniente de las precipitaciones en una vivienda en el distrito de Moyobamba.....	36
3.2. Diseño de sistema de captación de agua pluvial.....	59
3.3. Eficiencia del sistema de captación de agua pluvial, en cuanto a la disminución del consumo de agua potable en una vivienda. ....	65
3.4. Discusión de resultados .....	67

CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES .....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71
ANEXOS.....	73

## Índice de tablas

Tabla 1. Dotación diaria de agua según sus usos domésticos .....	9
Tabla 2: Precipitación promedio mensual (Ppi) de los meses en estudio.....	36
Tabla 3: Precipitación diaria del mes de enero.....	37
Tabla 4: Precipitación diaria del mes de febrero .....	39
Tabla 5: Precipitación diaria del mes de marzo.....	40
Tabla 6: Precipitación diaria del mes de abril .....	42
Tabla 7: Precipitación diaria del mes de mayo.....	44
Tabla 8: Precipitación diaria del mes de junio .....	46
Tabla 9: Precipitación diaria del mes de julio .....	48
Tabla 10: Precipitación diaria del mes de agosto .....	50
Tabla 11: Precipitación diaria del mes de setiembre .....	52
Tabla 12: Precipitación diaria del mes de octubre.....	54
Tabla 13: Precipitación diaria del mes de noviembre.....	56
Tabla 14: Precipitación diaria del mes de diciembre.....	58
Tabla 15: Registro de precipitación de los últimos diez años en la zona de estudio.....	60
Tabla 16: Demanda mensual de usos no potables para los beneficiarios .....	62
Tabla 17: Precipitación promedio mensual, oferta y demanda mensual, demanda y oferta acumulada. ....	64
Tabla 18: Consumo de agua potable y el costo por el servicio de los últimos seis (06) meses.....	65
Tabla 19: Consumo de agua potable y el costo por el servicio de los meses en estudio.....	66
Tabla 20: Resumen de ahorro de consumo y costo de agua potable .....	67

## Índice de gráfico

Gráfico 1: Precipitación promedio mensual (Ppi) de los meses en estudio.....	36
Gráfico 2: Precipitación diaria del mes de enero.....	38
Gráfico 3: Precipitación diaria del mes de febrero .....	39
Gráfico 4: Precipitación diaria del mes de marzo.....	41
Gráfico 5: Precipitaciones diarias del mes de abril. ....	43
Gráfico 6: Precipitación diaria del mes de mayo.....	45
Gráfico 7: Precipitación diaria del mes de junio .....	47
Gráfico 8: Precipitación diaria del mes de julio .....	49
Gráfico 9: Precipitación diaria del mes de agosto. ....	51
Gráfico 10: Precipitación diaria del mes de septiembre.....	53
Gráfico 11. Precipitación diaria del mes de octubre.....	55
Gráfico 12: Precipitación diaria del mes de noviembre. ....	57
Gráfico 13: Precipitación diaria del mes de diciembre.....	59
Gráfico 14: Demanda mensual de usos no potables para los beneficiarios.....	62
Gráfico 15: Consumo de agua potable y el costo por el servicio de los últimos seis meses.....	65
Gráfico 16: Consumo de agua potable y el costo por el servicio de los meses en estudio..	66
Gráfico 17: Resumen de ahorro de consumo y costo de agua potable .....	67

## Índice de Fotografías

Fotografía 1: Canaleta de recolección de Agua de Lluvia.....	76
Fotografía 2: Tubería de Conducción de Agua de Lluvia. ....	76
Fotografía 3: Unión de Recolección de Agua de Lluvia .....	77
Fotografía 4: Instalación del Tanque (1100 l) de Almacenamiento de Agua de Lluvia .....	77
Fotografía 5: Distribución del Agua de Lluvia.....	78
Fotografía 6: Conexión de la Tubería al Inodoro Sanitario.....	78
Fotografía 7: Instalación de pileta .....	79

## Resumen

El agua es un recurso natural vital para la existencia de la vida, su abastecimiento en los centros poblacionales cada vez tiene mayor demanda debido a cambios principalmente demográficos; en consecuencia, el aumento de la densidad de la vivienda y el actual modelo de gestión, provoca mayor requerimiento de equipamiento urbano e infraestructura donde se genera consumo de recursos hídricos excesivos. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la oferta hídrica proveniente de las precipitaciones en la zona de estudio, diseñar un sistema de captación de agua de lluvia para poder aprovechar toda esa oferta hídrica proveniente de las precipitaciones en actividades domésticas que no requieren de agua potable y evaluar la eficiencia del sistema de captación de agua de lluvia en relación al ahorro de consumo familiar de agua potable y el ahorro económico causado por la disminución de consumo de agua potable. Los componentes que se diseñaron y se ejecutaron en el sistema de captación de agua de lluvia son: captación, recolección y conducción, almacenamiento y distribución. Por tratarse del tipo de uso (no potables) que se le dio al recurso hídrico captado no se tuvo en cuenta otros componentes de tratamiento y desinfección del agua. Los resultados obtenidos durante los meses en estudio son significativos porque resaltan el ahorro del consumo familiar de agua potable por los beneficiarios de la vivienda en estudio de igual manera resalta el ahorro económico.

**Palabras clave:** precipitación, captación, consumo, sistema, diseño

## Abstract

Water is a vital natural resource for the existence of life; the demand of its supply in settlements is increasing due mainly to demographic changes; consequently; as a result, the increase in housing density and the current management model, leads to a greater requirement for urban equipment and infrastructure, which generates excessive consumption of water resources. The purpose of the present research work was to evaluate the water supply resulting from rainfall in the study area, to design a rainwater harvesting system to take advantage of all the water supply resulting from rainfall in domestic activities that do not require drinking water, and to evaluate the efficiency of the rainwater harvesting system in relation to savings in household consumption of drinking water and the economic savings caused by the reduction in drinking water consumption. The components that were designed and implemented in the rainwater harvesting system are: catchment, collection and piping, storage and distribution. Because of the type of use (non-potable) given to the captured water resource, other water treatment and disinfection components were not taken into account. The results obtained during the months under study are significant because they highlight the savings in family consumption of drinking water by the beneficiaries of the house under study, as well as the economic savings.

**Key words:** precipitation, catchment, consumption, system, design.



## **Introducción**

El agua es uno de los recursos naturales renovables más importantes para la humanidad y los demás seres vivos del planeta, pues casi ninguna actividad podría realizarse sin ella. Hoy en día la sociedad enfrenta graves y complejos problemas relacionados con el agua. La contaminación, deforestación y la sobreexplotación de acuíferos, ha mermado las reservas abastecedoras de muchas ciudades.

En la ciudad de Moyobamba se viene atravesando por una problemática de escases del servicio continuo de abastecimiento de agua potable, este fenómeno de racionalización de agua potable es causado por distintos factores tales como; debido al crecimiento poblacional el recurso hídrico ya no alcanza para abastecer con el servicio las 24 horas del día, la falta de fuentes de abastecimiento de agua y la disminución del caudal de las fuentes principales de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Moyobamba.

La hipótesis que se tiene en la presente investigación es que mediante el sistema de captación de agua pluvial se abastecerá el consumo familiar de agua potable en la ciudad de Moyobamba. Las variables en el trabajo de investigación son; el sistema de captación de agua pluvial, que viene a ser la variable independiente y el abastecimiento de consumo de agua potable, que viene a ser la variable dependiente.

En la presente investigación se estudió a un sistema de captación de agua pluvial para abastecer el consumo familiar de agua potable, ciudad de Moyobamba, para lo cual se han planteado los siguientes objetivos específicos: identificar la oferta del recurso hídrico proveniente de las precipitaciones en una vivienda en el ciudad de Moyobamba, diseñar y construir un sistema de captación de agua pluvial para darle un aprovechamiento en usos no potables (descarga de inodoro sanitario, lavado de una moto lineal y lavado de pisos), evaluar la eficiencia del sistema de captación de agua pluvial, en cuanto a la disminución del consumo de agua potable en una vivienda.

Se utilizó el método analítico teniendo en cuenta:

La delimitación del área de estudio o aprovechamiento del agua de lluvia.

Se realizó mediciones de las precipitaciones (precipitación de diseño), cada vez que existía precipitación en la zona de estudio.



Se diseñó los componentes del sistema.

Las técnicas usadas en la presente investigación son: la entrevista que viene a ser la recolección de datos a personas y la observación que es el registro sistemático válido y confiable de situaciones observadas.

Los instrumentos que se utilizaron en el desarrollo del proyecto de investigación fueron: pluviómetro, fluxómetro, nivel de mano y cronómetro.

La importancia de captar, almacenar utilizar el agua de lluvia para el uso doméstico es de gran relevancia para poblaciones, sobre todo en aquellas que no tienen acceso a este elemento vital. La idea de la siguiente investigación es contar con fuentes alternas de dotación de agua, que brinde agua de buena calidad. La lluvia es un fenómeno natural que se presenta cada año con distintas intensidades y distribución de acuerdo a la ubicación geográfica. Es el medio más importante de abastecimiento de agua dulce para el planeta y del cual se obtienen las reservas de agua, después de hacerlas pasar por un proceso de potabilización.

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Antecedentes de la investigación.

#### A nivel internacional

Según (GUZMÁN RUIZ, 2014). En su tesis titulada “**Sistema de captación de aguas pluviales adaptable a casas habitación**”, realizada en México: concluye diciendo; las necesidades para cada comunidad es distinta por lo cual la lista de materiales que se propone puede variar de acuerdo a las dimensiones de las viviendas, los costos fueron consultados por pieza para poder realizar un cálculo aproximado de acuerdo a las medidas de cada vivienda, la adquisición de ellos se puede llevar a cabo a través de instituciones que trabajan con los Municipios para apoyar a comunidades marginadas o solicitar recurso federal destinado para el desarrollo de las comunidades, con ello se puede obtener el recurso necesario para instalar el sistema. También concluye diciendo; los usos para las aguas pluviales fueron propuestos de forma general y para cada caso de estudio en particular; en dos de los tres casos de estudio existen viviendas que cuentan con servicio de agua potable, en los cuales el sistema propuesto brinda una alternativa al uso de agua potable para actividades que no lo requieren, siendo el agua un recurso valioso en nuestros días. La propuesta de la casa prototipo está basada en las necesidades básicas de una familia de 4 integrantes, la distribución de los espacios esta propuesta de forma opcional ya que el interés de esta investigación está basado en la captación de aguas, por lo cual pueden ser modificados. La implementación de este tipo de sistemas está profundamente ligada con un taller de capacitación e información a los usuarios para explicar el funcionamiento, cuidados y mantenimiento mínimo para garantizar la calidad del agua y la conservación de la vida útil del sistema.

Según (GARCÍA VELÁSQUEZ , 2012). En su tesis titulada “**Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la cd. de México**”, realizada en México: concluye diciendo; implementar un sistema de captación y aprovechamiento pluvial doméstico es viable en el sentido técnico y económico. La implementación del sistema básico de aprovechamiento pluvial con tratamiento primario y secundario (costo aproximado de \$6 000 MN) tiene un retorno de inversión entre 1 y 2 años. El sistema

de aprovechamiento pluvial propuesto es sencillo de manera intencional para que pueda instalarse con conocimientos técnicos básicos. Además, es modular para que pueda implementarse sólo el nivel de tratamiento necesario. También es un sistema escalable para que, una vez iniciado, pueda seguirse ampliando con el tiempo y crecimiento según las necesidades de cada usuario. Todo lo anterior lo hace replicable en beneficio de los interesados.

Según (**PALACIO CASTAÑEDA, 2010**). En su tesis titulada “**Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa maría auxiliadora de Caldas, Antioquia**”, realizada en Colombia: concluye diciendo; De acuerdo con los resultados obtenidos se puede decir que el proyecto cumple el objetivo general en cuanto a que es técnicamente viable para hacer un uso eficiente del agua dentro de las instituciones educativas, pues con la precipitación de la zona y el espacio disponible, se logra abastecer completamente los sanitarios y lava-escobas durante nueve meses del año, y los tres meses restantes se abarca más del 90% de la demanda, siendo necesario suplir menos del 10% con agua potable (de acuerdo con los resultados de la Tabla 6 y la Figura 11), pero, la inversión inicial es muy alta, por lo que no logra ser un sistema de bajo costo, lo que puede volverlo inaccesible si no se cuenta con la adecuada financiación externa para desarrollar el proyecto. Debido a que éste proyecto consiste únicamente en la ingeniería conceptual de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias, no se tiene nivel de los detalles de instalación y construcción del sistema, por lo que para su implementación se recomienda hacer levantamientos en campo para la cuantificación exacta de los componentes del sistema y su ubicación.

Según (**ÁVILA MORALES , 2013**). En su tesis titulada “**Ecotecnia para captación y reciclaje de aguas pluviales en casas de interés social en Pachuca, Hidalgo**”, concluye diciendo; De acuerdo con los resultados obtenidos con el simulador se puede decir que el proyecto cumple el objetivo, tomando la segunda propuesta, en general en cuanto a que es técnicamente viable para hacer un uso eficiente del agua de lluvia dentro de las casas de interés social, pues con la precipitación de la zona y el espacio disponible, se logra abastecer parcialmente la demanda, para la utilización del tanque de inodoro, lavado de pisos, lavado de coche, riego de jardín y lavado de ropa. Durante los meses de octubre a diciembre, siendo necesario suplir el faltante con agua potable.

Pero la inversión inicial es muy alta, por lo que no logra ser un sistema de bajo costo, lo que puede volverlo inaccesible si no se cuenta con la adecuada financiación externa para desarrollar el proyecto. También concluye diciendo, parte de la sustentabilidad ambiental es reconocer el problema de escases de agua en un futuro dentro de la localidad, identificando la necesidad de este vital líquido para las próximas generaciones, una solución es la creación de la ecotecnia en el aprovechamiento de agua de lluvia para mitigar este impacto. Los diferentes niveles de gobierno deberían estar involucrados desde su promoción, aceptación y gestión con el propósito de amortizar a corto plazo la implementación de esta ecotecnia.

### **A nivel nacional**

Según (LEÓN ROMERO, 2016). En su tesis titulada “**Aprovechamiento sostenible de recursos hídricos pluviales en zonas residenciales, Lima 2016**”, realizada en Perú: concluye diciendo; que los sistemas de abastecimiento a través de agua de lluvia son en realidad factibles en algunas zonas donde la precipitación es considerable, y que su poco uso hoy en día se debe únicamente a que la facilidad de abastecerse a través de aguas superficiales frenó el desarrollo de las tecnologías en cuanto a captación pluvial. Con el estudio, queda demostrado que estos sistemas realmente funcionan en algunos lugares en donde las personas pueden abastecerse completamente con agua de lluvias. En este caso en particular, se puede concluir que el abastecimiento obtenido es considerablemente importante. Sin embargo, el precio de inversión es muy elevado para ser costado por familias de bajos recursos. Por lo tanto, la factibilidad se va a dar, si se aporta a las familias con la inversión inicial, costo que puede ser cubierto por las empresas que construyen las viviendas, incluyendo la implementación del sistema en el costo de la vivienda, para ir pagándolo por partes mediante créditos hipotecarios. Se concluye que el sistema puede resultar mucho más factible económicamente, en donde el abastecimiento de agua a través del sistema convencional de aguas superficiales sea más dificultoso, y por consiguiente más caro. El potencial de ahorro anual gracias al sistema de captación pluvial es de 31.95m<sup>3</sup>. Si se considera el valor de dotación por vivienda obtenido en el ítem 5.3.1 de 15m<sup>3</sup>/mes, se observó que gracias al sistema propuesto se suple la dotación de más de dos meses al año.

Según (ARANDA HUARI, 2014). En su tesis titulada "**Diseño del sistema de captación de agua pluvial en techos como alternativa para el ahorro de agua potable en la ciudad de Huancayo 2014**", realizada en Perú: concluye diciendo; de acuerdo con los resultados obtenidos se puede decir que el proyecto cumple el objetivo general en cuanto a que es técnicamente viable para hacer un uso eficiente del agua dentro de las instituciones educativas, y de la población en general pues con la precipitación de la zona y el espacio disponible, se logra abastecer en un 48% de la demanda siendo necesario suplir el 52% con agua potable en la universidad nacional del centro del Perú, y para áreas de 220m<sup>2</sup> con 6 pobladores se podrá satisfacer el 100% del consumo, (de acuerdo con los resultados de la Tabla 14 al 18), Se debe tener presente que el sistema está diseñado para las condiciones hidrológicas presentadas en las Tablas 3 en la cuales se detallan las precipitaciones correspondientes al periodo de diseño seleccionado (40 años), por lo tanto, el diseño puede variar si las condiciones no se asemejan a las presentadas anteriormente, y el volumen posible de ser captado puede ser mayor o menor, dependiendo de estos factores.

Según (GRÁNDEZ TORRES , 2017). En su tesis titulada "**Diseño de un sistema de captación de aguas pluviales, para el uso doméstico en viviendas del barrio La Florida del distrito de Yurimaguas – provincia de Alto Amazonas– región Loreto**", realizada en Perú: concluye diciendo; El crecimiento poblacional en progresión geométrica genera que se incremente el consumo de agua por persona, la oferta de agua potable es cada año más escaso en muchos lugares, a consecuencia de que se están deteriorando los ecosistemas. El agua se ha gestionado, básicamente, desde el lado de la oferta no dándole atención a la demanda; así tenemos que, en las actividades diarias del hombre, existen varias de ellas, en las cuales se utiliza agua potable, cuando por su naturaleza, estas pueden realizar con agua que no tenga esta calidad, estimándose que una dotación diaria de 151 litros, aproximadamente tan solo 61 litros requieren que tenga la calidad de potable. En regiones con importante precipitación pluvial, la cosecha de agua de lluvia, es una alternativa, que puede ser utilizada en actividades, como limpieza de inodoros, lavado de ropa y limpieza de pisos. Asimismo, el proyecto de Captación de Aguas Pluviales en viviendas del Barrio la Florida que consta de 263 viviendas, permitiría un ahorro anual, inicial de 33406.50 m<sup>3</sup> de agua potable. Siendo la utilización de agua no potable, en actividades domésticas requiere que las redes de distribución de agua en las viviendas, estén adecuadamente preparadas para tal fin, es

preferible que ello se realice durante el proceso constructivo de las edificaciones, pues de esa forma es más fácil y económico.

Según (CHALCO MULLUNI, 2016). En sus tesis titulada “**Evaluación, análisis y diseño de un sistema de captación de agua de lluvia en viviendas rurales en molino - Juli**”, concluye diciendo; en la zona contamos con precipitaciones muy favorables para implementar estos sistemas de aprovechamiento hídrico pluvial, lo cual concluyo dando a conocer algunos datos de la zona; del diagnóstico de las viviendas rurales, se ha observado que el 95% de las viviendas, en Molino del Distrito de Juli, están construidas con techo de calamina galvanizada. En cada vivienda familiar se ha podido observar una superficie mayor de 100m<sup>2</sup> de calamina galvanizada. Cada habitación tiene las siguientes dimensiones aproximadamente 8.00 m de largo por 5.00 m de ancho. Siendo el área por habitación de 40 m<sup>2</sup>. Considerando tres habitaciones por vivienda familiar, se ha determinado el área total por muestra de 120 m<sup>2</sup> aproximadamente. La demanda per cápita por persona es de 50 Lit/hab/día. Para suministrar el líquido elemento se requiere de una cobertura de techo de calamina galvanizada de 25.29 m<sup>2</sup>, para recolectar 18.25m<sup>3</sup> agua/persona/año. La oferta de precipitación pluvial, en el punto de captación, es de 721.44 mm/año. Por 1 m<sup>2</sup> se capta 1 litro de agua y por 721.44mm se capta 721.44 litros de agua. Por lo tanto, en 25.29 m<sup>2</sup> de superficie materia de estudio, se obtiene 18.25 m<sup>3</sup>, del líquido elemento; durante todo el año por persona.

### **A nivel local**

Según (FACHÍN ARMAS, y otros, 2005). En su tesis titulada “**Evaluación del aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico en Moyobamba - San Martín**”, realizada en Perú: concluyen diciendo; la captación de agua de lluvia para consumo humano está recomendada sólo para zonas rurales o urbano marginales con niveles de precipitación pluviométrica que hagan posible el adecuado abastecimiento de agua de la población beneficiada. Si bien es cierto que en cuanto a calidad, el agua de lluvia cuenta con calidad aceptable, es necesario contrarrestar los agentes contaminantes que generalmente están en la superficie de captación (techo) en los cuales se depositan excremento principalmente de ratas, que aumentan la carga bacteriana del agua de lluvia. De acuerdo a las conclusiones antes descritas podemos decir que el aprovechamiento del agua de lluvia mediante el sistema de micro captación, asegura el abastecimiento continuo de agua, complementa el servicio de agua potable y contribuye

al bienestar familiar del Distrito de Moyobamba mientras el régimen de precipitaciones se mantenga estable. Sin embargo, se hace necesario crear una cultura de ahorro de agua en la población, en vista que el agua es un recurso no renovable y en muchas zonas del planeta escasa.

Según (CRUZ CARRANZA, 2014). En su tesis titulada "**Evaluación del Potencial del Aprovechamiento del Agua de Lluvia en la Facultad de Ecología- UNSM-T, Moyobamba- San Martin- 2014**", realizada en Perú: concluye diciendo; con los resultados obtenidos se puede decir que el proyecto de tesis cumple con el objetivo general que es evaluar el potencial de aprovechamiento de agua de lluvia como alternativa de ahorro de agua potable, en la FECOOL-UNSM-T. Se evaluó la oferta hídrica durante el año proyectado y los meses evaluados por el tesista lo cual se concluye que tiene un gran potencial de ahorro (71.53% para el año proyectado y 11.40% meses evaluados por el tesista), de agua potable lo cual sería muy beneficioso para la FECOL-UNSM-T. La sustentabilidad es uno de los motivos por los cuales el aprovechamiento del agua de lluvia se ha vuelto popular recientemente. Es una manera responsable de diseñar paisajes y jardines. La presencia del agua de lluvia de los proyectos de aprovechamiento ayuda a limitar la erosión del suelo, las escorrentías y la contaminación del agua. Es un paso hacia la autosuficiencia local que reduce la necesidad de importar agua de recursos externos no sustentables. Además, les da a las personas una lección concreta acerca del uso y la conservación del agua, ya que puede ver claramente cuánta agua produce el clima local.

## **1.2. Bases teóricas**

### **Agua**

El agua aparentemente se resume en una simple fórmula: H<sub>2</sub>O, que es la característica más general de las grandes masas que cubren el 71% de las superficies de la tierra (océanos, casquetes polares, glaciares, aguas superficiales y subterráneas) y que conforman lo que se denomina la hidrosfera (LOSIEV, 1989).

El agua es un recurso de propiedad común, está considerado libre, no tiene propietario y cualquiera puede usarlo de manera gratuita o bien pagando un precio muy bajo por el mismo, independientemente de que exista una disposición a pagar por él. Las razones

por las que se considera que el agua no tiene precio se encuentran relacionadas con motivos históricos, socioculturales, así como con el contexto institucional en el que el recurso se gestiona y administra (*ÁLVAREZ, R. Y PÉREZ, M., 2002*).

**Aguas atmosféricas:** Se encuentran en continuo desplazamiento, ya sea lentamente o en forma torrente ejemplos. Los ríos; estas aguas tienen mayor oxígeno que las anteriores debido al movimiento constante (*HERRERA, 2010*)

**SUNNAS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento);** siendo el agua indispensable para todas las funciones vitales del organismo, debe ser consumido por el hombre, para su existencia, pero además lo requiere para preparar sus alimentos, para su limpieza e higiene, lavado de ropa, etc.; en tal sentido diariamente requiere un volumen de agua, el mismo que varía, entre otros factores, por el clima predominante de cada lugar, sin embargo se puede señalar que en lo que respecta al agua distribuida, en zonas urbanas, mediante tuberías, se estima una dotación de 151 litros por persona y por día, los cuales son distribuidos aproximadamente de la forma siguiente:

**Tabla 1**

*Dotación diaria de agua según sus usos domésticos*

Concepto	Cantidad (litros/día/persona)
Baño, ducha	35
Inodoro	35
Lavado ropa	45
Limpieza	10
Lavaplatos	07
Lavamanos	15
Cocinar, beber	04
<b>TOTAL</b>	<b>151</b>

Fuente: SUNNAS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento)

Cómo se puede apreciar, existen actividades domésticas, tales como limpieza de inodoros, lavado de ropa, limpieza vivienda y riego, que no requieren de agua potable para llevarlas a cabo, sino que igualmente podrían realizarse con agua de lluvia, lo cual



permitiría un ahorro de agua potable del orden del 52%; siendo esta una posibilidad real de optimizar el uso del agua potable en zonas de adecuada precipitación pluvial, **FERNÁNDEZ IVÁN (2009)**.

### **El ciclo hidrológico**

**MEDINA HERIBERTO (2011)**, las aguas de nuestro planeta, constituyen un volumen que no se incrementa, es un volumen único, tienen un ciclo permanente, que empieza con la evaporación de las aguas de los océanos y lagos, la circulación del vapor de agua en la atmósfera, hasta formar nubes, continua con la condensación del vapor de éstas en forma de precipitaciones, la lluvia que al caer en las partes altas del planeta, se convierten en hielo y también en aguas superficiales de los ríos, lagos y grandes embalses, las que finalmente cierran el ciclo hidrológico, regresando nuevamente dichas aguas al mar. Una parte del agua superficial, se infiltra en el terreno, formando las aguas subterráneas.

El ciclo hidrológico de la Tierra es el mecanismo global que transfiere agua desde los océanos a la superficie y desde la superficie, o sub superficie, y las plantas a la atmósfera que envuelve nuestro planeta; los principales componentes naturales de los procesos del ciclo hidrológico son: precipitación, infiltración, escorrentía, evaporación y transpiración. Las actividades humanas (asentamientos, industria y desarrollos agrícolas) pueden alterar los componentes del ciclo natural mediante desviaciones del uso del suelo y a través de la utilización, reutilización y vertido de residuos en los recorridos naturales de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

### **Precipitaciones**

Las precipitaciones son importantes porque ayudan a mantener el balance atmosférico. Sin precipitación, todo el planeta sería un desierto. Las precipitaciones ayudan a la flora, las siembras y nos proporcionan agua para beber (**ARANDA, 2015**).

### **Definición de precipitación**

La precipitación, es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo; de acuerdo a esta definición la precipitación puede ser en forma de lluvias, granizadas y garúas. Estas formas de precipitación se originan producto del ciclo hidrológico y son consideradas como la fuente primaria del agua de la superficie

terrestre. Sin embargo, las precipitaciones también pueden ser dañinas. Demasiada lluvia puede ocasionar inundaciones severas, daños en el campo y en zonas urbanas (**VILLÓN BÉJAR , 2011**).

Según **Linsley y Franzini (1970)**, la precipitación es cualquier tipo de agua que cae desde la atmósfera y se deposita en la tierra. Es, además, el componente más importante del ciclo hidrológico debido a que representa la principal fuente para la existencia de agua dulce en la tierra. La precipitación tiene su foco de generación en las nubes, en donde las gotas de agua aumentan de tamaño generando la saturación de las nubes. Este proceso se da por acción de la temperatura y luego las gotas caen por acción de la gravedad.

Según la definición oficial de la **Organización Meteorológica Mundial**, la lluvia es la precipitación de partículas de agua líquida de diámetro mayor de 0.5 mm, o de gotas menores pero muy dispersas. Cualquier producto formado por la condensación de vapor de agua atmosférico en el aire libre o la superficie de la tierra es un hidrometeoro. La lluvia depende de tres factores: presión, temperatura y en especial la radiación solar.

Para que la precipitación tenga lugar, **Kiely (1999)** menciona que se deben cumplir dos requisitos: Primero, presencia de núcleos de condensación, en donde se pueda iniciar la condensación propiamente dicha, para así evitar que el aire pueda llegar a sobresaturarse. Segundo, que las gotas de agua no se evaporen cuando pasen por aire más seco y logren alcanzar un tamaño que permita que caigan por acción de la gravedad hacia la tierra.

### **Tipos de precipitación**

Según **INZUNZA B. (2010)**, la precipitación se divide en tres categorías; precipitación líquida (llovizna y lluvia), precipitación glacial (llovizna congelada y lluvia congelada) y la precipitación congelada (nieve, bolitas de nieve, granos de nieve, bolitas de hielo, granizo, bolitas o copos de nieve y cristales de hielo)

**AGUILAR (2004)**, por la forma en la que cae, nos encontramos ante varios tipos de precipitación:

**Lluvia:** Cae al suelo en estado líquido y está formada de gotas grandes (igual o mayor a 0,5 mm de diámetro) que se precipitan uniformemente a una velocidad superior a los 2 metros/segundo. Los nimboestratos y los estratocúmulos son las nubes que producen lluvia.

**Llovizna:** Procede de las nubes de tipo estratos. La forman numerosas gotas de muy pequeño tamaño (menor a 0,5 mm de diámetro) que caen de manera pausada y dispersa.

**Chubasco o chaparrón:** Está formado de gotas muy gruesas, inicia y termina bruscamente y cambia su intensidad en el transcurso de la precipitación.

**Nieve:** Es una agrupación de cristales de hielo en estrellas hexagonales y ramificadas; a veces se mezclan con cristales simples, estos conjuntos forman los copos de nieve. Su caída es lenta y se produce cuando la nube (nimboestrato o estratocúmulo) tiene una temperatura inferior a 0°C.

**Agua nieve:** Gotas de agua y copos de nieve caen conjuntamente a lo largo de la precipitación.

**Granizo:** Es una precipitación que ocurre en forma de granos de hielo translúcidos de entre 5 y 50 mm de diámetro, que se origina normalmente de nubes de tipo cumulonimbos. Los granos son generalmente esféricos pero también pueden ser irregulares o cónicos.

**Nieve rodada:** Es una precipitación en forma de granizo, su apariencia es opaca, blanda y ligera.

De acuerdo con la causa que origina el ascenso de la masa húmeda, pueden distinguirse tres tipos de precipitación (*HERRERA, 2010*).

**Precipitación ciclónica:** Resulta del levantamiento del aire que converge de un área de baja presión o ciclón.

**Precipitación convectiva:** Es causada por el ascenso de aire cálido más liviano que el aire frío de los alrededores. Se caracteriza por ser puntual y su intensidad puede variar entre aquella correspondiente a lloviznas ligeras o aguaceros.

**Precipitación orográfica:** Resulta del ascenso mecánico sobre una cadena de montañas.

Es importante destacar que, en la naturaleza, los efectos de estos varios tipos de enfriamiento a menudo están interrelacionados, de manera que la precipitación resultante no puede identificarse como de un solo tipo (*Herrera, 2010*).

### **Medición de la Precipitación**

La precipitación se mide en centímetros, milímetros o pulgadas que caen por unidad de tiempo. El instrumento que se usa para medir la precipitación en forma de agua líquida es el pluviómetro. El más sencillo consta de un recipiente cuyo fondo es plano y sus bordes son verticales, la medida se obtiene con la profundidad del agua que se recoge en cierto periodo de tiempo. Este tipo de pluviómetro tiene muchas fuentes de error y problemas para medir por lo que los pluviómetros más elaborados tienen forma de cilindro y su base es un embudo que lleva a un tubo delgado. Entonces, si la precipitación es poca la altura será suficiente para poder realizar la medición con una escala graduada. Actualmente se han desarrollado instrumentos más sofisticados, entre los que se puede mencionar el pluviógrafo de sifón (*SAROCHAR, 2015*).

Las técnicas de valoración y medida de la precipitación del agua se agrupan bajo el nombre de pluviometría. Para la medida y registro de las precipitaciones se emplea un material de observación básica muy sencilla, pero de cierta diversidad y dificultad en cuanto a instalación, normas de empleo e interpretación de sus medidas. Para medir cantidades de precipitación se utilizan; pluviómetros, nivómetros y totalizadores. Para registrar distribuciones de lluvia en el tiempo; pluviógrafos. Para medir la precipitación a distancia; radar meteorológico. El aparato que tradicionalmente sirve para medir la precipitación propiamente dicha es el pluviómetro, el cual consiste en un cilindro recto, de sección conocida, con un borde agudo horizontal (boca) y un dispositivo para recoger el agua (colector). Entre éstos por lo general existe un embudo (*TOR BERGERON 1891 – 1971*).

La precipitación se mide por la altura que el agua caída alcanzaría sobre una superficie plana y horizontal, en la que no existieran pérdidas por infiltración y evaporación; tal altura se mide en milímetros (mm). La medición de la precipitación se efectúa por medio de pluviómetros o pluviógrafos (*VILLÓN BÉJAR , 2011*).

La precipitación se mide en milímetros de agua, o litros caídos por unidad de superficie (m<sup>2</sup>), es decir, la altura de la lámina de agua recogida en una superficie plana es medida

en mm o l/m<sup>2</sup>. Nótese que 1 milímetro de agua de lluvia equivale a 1 L de agua por m<sup>2</sup>. La cantidad de lluvia que cae en un lugar se mide por los pluviómetros. La medición se expresa en milímetros de agua y equivale al agua que se acumularía en una superficie horizontal e impermeable durante el tiempo que dure la precipitación o sólo en una parte del periodo de la misma (*METEO LOBIOS, 2013*).

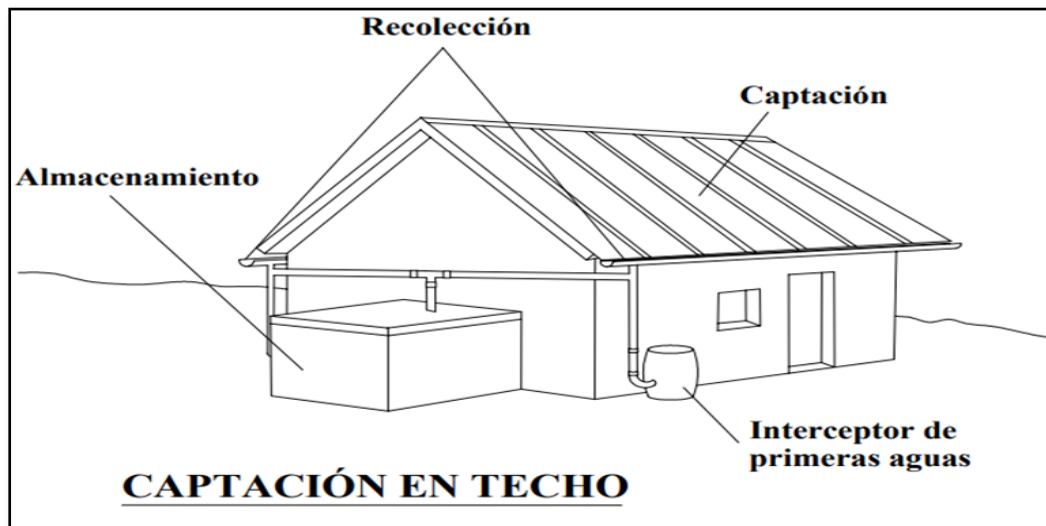
### **Sistema de Captación de Agua Pluvial**

Para **ADLER, CARMONA, & BOJALIL (2008)**, la captación de agua de lluvia es la recolección, transporte y almacenamiento del agua de lluvia que cae sobre una superficie de manera natural o hecha por el hombre. Las superficies que captan el agua en las ciudades pueden ser techos de casas y edificios, techumbres de almacenes y de tiendas, explanadas, etc. El agua almacenada puede ser usada para cualquier fin, siempre y cuando utilicemos los filtros apropiados para cada uso, es decir, para usos básicos como limpieza de ropa, de pisos, sanitarios y riego puede usarse un filtro muy sencillo; para aseo personal y para agua que se pretenda beber, se deberá tener un sistema de filtros diferente, adecuados para estos fines.

La captación de agua de lluvia es un sistema ancestral que ha sido practicado en diferentes épocas y culturas. Este sistema es un medio fácil y sensato de obtener agua para el consumo humano y para el uso agrícola. En aquellos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se cuenta con la suficiente cantidad y calidad de agua para consumo humano, se puede recurrir al agua de lluvia como fuente de abastecimiento (**CHALCO MULLUNI, 2016**).

Los sistemas de aprovechamiento de Agua de Lluvia son de gran importancia para solventar problemas de suministro de agua. Estas metodologías utilizadas para la captación y almacenamiento del agua de lluvia son el resultado de la necesidad y demanda del recurso hídrico, Las condiciones disponibles: Precipitación pluvial, Costo de inversión, las características de los materiales de construcción y las condiciones sociales y ambientales de cada región (**BALLÉN, GALARZA, & ORTIZ, 2006**).

Para el diseño del sistema de captación y distribución, se utilizará el modelo SCAPT (Sistema de captación de aguas pluviales en techo), propuesto por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), el cual se muestra en la siguiente figura:



**Figura 1.** Componentes del Sistema de Captación de Agua Pluvial. (Fuente: CEPIS, 2004. Guía de Diseño para Captación del Agua de Lluvia).

### **Sistemas de Captación de agua pluvial para uso doméstico**

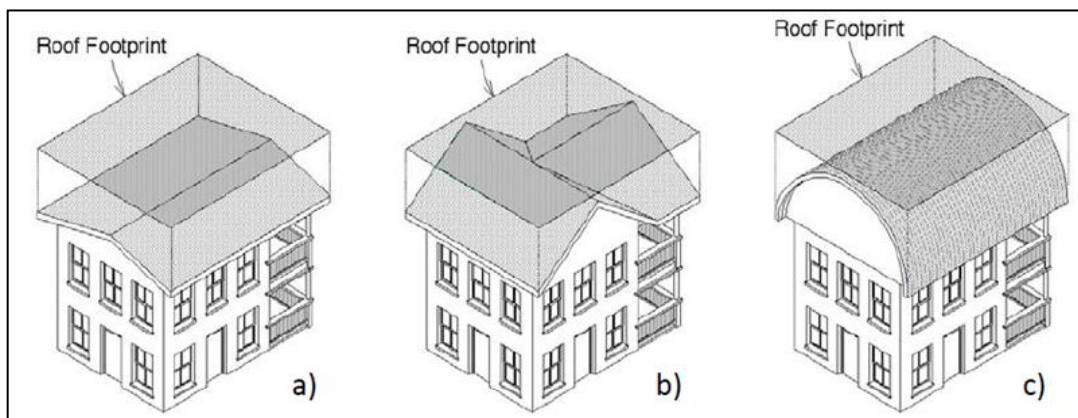
Dentro de esta clasificación entran las técnicas de captación de agua de lluvia que aprovechan el escurrimiento superficial captado a través de tejados o superficies terrestres para ser almacenada luego en diversos tipos de cisternas y utilizarse en la vida diaria como son; Los sistemas de captación de agua de lluvia: es un medio para obtener agua para consumo humano y uso doméstico. Consiste de cinco elementos principales que son la captación, recolección y conducción, interceptor o filtro, almacenamiento y un sistema de distribución los cuales se describen detalladamente más adelante. Estos sistemas pueden ser muy sencillos o sofisticados con tratamientos automáticos en cada proceso y con monitoreo electrónico dependiendo del uso que se le dé al agua captada como: uso sanitario, limpieza, alimentación, riego de jardines, etcétera (**CHALCO MULLUNI, 2016**).

### **Componentes Principales del Sistema de Captación de Agua Pluvial**

#### **➤ Captación**

La captación está conformada por el techo de la edificación, el cual debe tener la pendiente y la superficie adecuadas para permitir el escurrimiento del agua. Para efectos de cálculos, solo se debe emplear la proyección horizontal del área del techo. Los

materiales a utilizar en los techos están definidos en el estudio de caso. Las opciones que se pueden considerar son planchas metálicas onduladas, tejas de arcilla, paja, entre otros, dependiendo de las características físicas y climáticas de la zona de estudio (**Guía de diseño para captación del agua de lluvia, 2004**)



**Figura 2.** Área de Captación. (Fuente: Texas Water Development Board, 2005. The Texas Manual on Rainwater Harvesting).

La captación está conformada por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuadas para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección (**UNATSABAR, 2001**).

Según la **FAO (2000), Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas**, la captación es la superficie de recolección del agua de lluvia, la cual debe ser lo menos permeable, tener una adecuada pendiente que facilite el escurrimiento de las aguas. Las áreas que generalmente se utilizan para este fin son los techos de las edificaciones; debiendo cuidarse que estas superficies no impregnen de colores, olores o sustancias nocivas a las aguas que por allí escurran. Los materiales con que se construyen los techos son diversos, y, por lo tanto, estos tendrán un mayor grado de captación, mientras sean más lisos y menos porosos; uno de ellos es el de Metal y fibra de vidrio, estas planchas, son livianas, fáciles de instalar y requieren poco mantenimiento, las corrugadas son más adecuadas, el inconveniente es que el transcurso del tiempo las afecta, debiendo ser sustituidas.

### **Dimensionamiento**

**FAO (2000), Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas**, el área de captación debe ser la suficiente para recolectar el

volumen de agua requerida, de acuerdo a la precipitación pluvial; es importante señalar que solo se debe considerar la proyección horizontal del área de captación;

El área de captación viene dada por:

$$A = V / (P * C_e) \dots\dots\dots \text{Ecuación (1)}$$

**Donde**

**A:** Área horizontal de la superficie de captación (m<sup>2</sup>)

**P:** Precipitación pluvial (mm)

**V:** Volumen de agua requerido (litros)

**C<sub>e</sub>:** Coeficiente de escurrimiento.

**FAO (2000), Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas**, el coeficiente de escurrimiento, representa la eficiencia en la captación y conducción de las aguas hasta llegar a la cisterna, eliminando pérdidas por evaporación, infiltración, etc.; este valor dependerá de factores como la temperatura promedio, vientos, tipo de superficie y de impermeabilizante; a continuación, se presenta una tabla de valores de C<sub>e</sub>, según el tipo de techo.

Material de la superficie de captación	Coeficiente de Escurrimiento (C)
Lámina Galvanizada lisa	> 0.9
Lámina metálica corrugada	0.7 a 0.9
Lámina de asbesto	0.8 a 0.9
Teja	0.6 a 0.9
Losa de concreto	0.7 a 0.85

**Figura 3.** Coeficientes de escurrimiento. (Fuente: Manual de captación y aprovechamiento de agua de lluvia, FAO 2013).



### ➤ **Recolección y Conducción**

La función principal del sistema de recolección y conducción es llevar el agua que cae directamente de las precipitaciones hacia el tanque de almacenamiento. Se puede dar a través de canaletas adosadas en los bordes del techo. Éstas deben ser livianas para poder manejarlas y colocarlas de la mejor manera, resistente al agua como todos los componentes del sistema principal y debe ser fácil la conexión entre sus partes. El objetivo es evitar al máximo las posibles fugas de agua que se dan principalmente en los enlaces entre los elementos. Se pueden hacer de bambú, madera, PVC o metal, siendo este último el material elegido para el caso de estudio. Asimismo, las canaletas se pueden fijar al techo mediante alambres, madera o clavos. Es muy importante señalar que en todo el proceso se debe asegurar que el agua no se contamine mediante compuestos orgánicos o inorgánicos que puedan provenir de algún tipo de conexión mal proyectada. Se debe contar, además, con unas mallas o rejillas, que no permitan que algunos materiales indeseables que por lo general caen en los techos obstruyan las tuberías e impidan que el agua llegue hacia los interceptores que vienen más adelante en el sistema. (CEPIS, 2004).

### **Dimensionamiento**

**CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente)**, el cálculo de la sección de las canaletas y tubos debe ser proporcional a la cantidad de lluvia en el lugar y el área de la superficie de captación, pues el agua que conduzcan está en función a dichas variables.

Este cálculo de canaletas se realiza por medio de la fórmula de Manning:

$$Q = A \cdot R^{2/3} S^{1/2} / n \dots\dots\dots \text{Ecuación (2)}$$

#### **Donde:**

**Q:** Caudal de la canaleta en m/seg.

**A:** Área de la sección Transversal en m<sup>2</sup>

**n:** Coeficiente de rugosidad de la canaleta de .01 a .015

**R:** Radio hidráulico en m: A/p

**P:** perímetro mojado en m

**S:** Pendiente



**Figura 4.** Canaletas de Recolección del Agua Pluvial. (Fuente: CEPIS, 2004. Guía de Captación de Agua de Lluvia).

Es el conjunto de canaletas adosadas en los bordes más bajos del techo, con el objeto de recolectar el agua lluvia y de conducirla hasta el sitio deseado. Las canaletas se deben instalar con una pendiente no muy grande que permitan la conducción hasta los bajantes. El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. Para tal objetivo se pueden emplear materiales como el bambú, la madera, el metal o el PVC. Se recomienda que el ancho mínimo la canaleta sea de 15 mm y el máximo de 75mm (**CRUZ CARRANZA, 2014**).

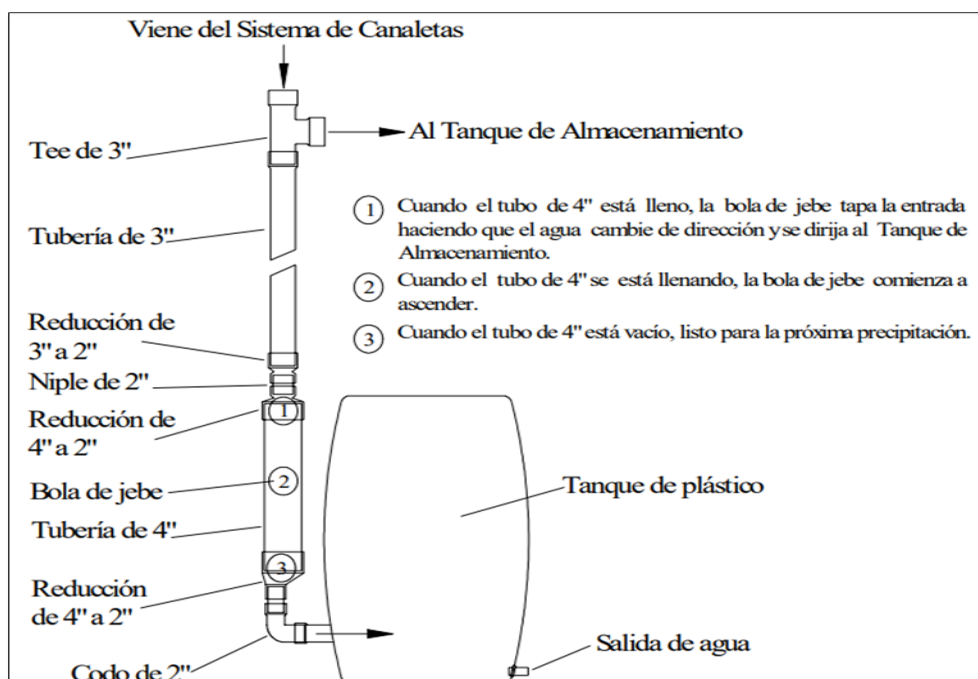
Este componente es una parte esencial de los SCAPT ya que conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo (**UNATSABAR, 2001**).

#### ➤ **Interceptores**

Se le conoce como el dispositivo de descarga de primeras aguas, en el cual se encuentran todos los elementos indeseables que ha ido reteniendo el techo durante el tiempo que no había precipitación. Se debe identificar el volumen de agua requerido para el lavado, se calculará aproximadamente tomando 1 litro por m<sup>2</sup>. Esta cantidad de agua se debe almacenar en un primer momento en un tanque adicional de plástico con una llave de descarga. (**CEPIS, 2004**).

Es el dispositivo dirigido a captar las primeras aguas lluvias correspondientes al lavado del área de captación, con el fin de evitar el almacenamiento de aguas con gran cantidad de impurezas. En el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo y que se estima en 1 litro por m<sup>2</sup> de techo. Se debe tener en cuenta que el agua recolectada temporalmente por el interceptor, también puede utilizarse para el riego de plantas o jardines. El interceptor consta de un tanque, al cual entra el agua por medio de los bajantes unidos a las canaletas. El tanque interceptor debe contar con una válvula de flotador que permita su llenado, cuando éste alcance el nivel deseado, la válvula impedirá el paso del agua hacia el interceptor y la dirigirá hacia el tanque de almacenamiento. Adicionalmente debe tener una válvula de purga en la parte inferior del tanque para hacer el mantenimiento después de cada lluvia (**CRUZ CARRANZA, 2014**).

Conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentren en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente (**UNATSABAR, 2003**).



**Figura 5.** Interceptores. (Fuente: CEPIS, 2004. Guía de Diseño para Captación del Agua de Lluvia).

### ➤ Almacenamiento

(*CEPIS, 2004*), Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario, en especial durante el período de sequía. La unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes:

- Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración.
- De no más de 2 m de altura para minimizar el sobre presiones.
- Con tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar.
- Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias.
- La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.
- Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje.

Los tipos de tanques de almacenamiento de agua de lluvia que pueden ser empleados en el medio rural pudieran ser construidos con los materiales siguientes:

- Mampostería para volúmenes menores 100 a 500 L.
- Ferrocemento para cualquier volumen.
- Concreto para cualquier volumen.
- Prefabricado como son los rotoplas, eternit 600 a 25000L.

**GARCÍA V. (2013).** La función del depósito será la de almacenar cierta cantidad de agua captada, para abastecer los destinos planteados durante un determinado período de tiempo. Su volumen se calcula según las dotaciones de las tipologías edificatorias analizadas y los destinos propuestos. Los depósitos podrán construirse de muchos materiales, como lo demuestra la propia experiencia desde tiempos remotos. Los materiales más utilizados para la construcción de las cisternas o tanques de almacenamiento son los siguientes:

**Plásticos:** Fibra de vidrio, polietileno y PVC

**Metales:** Barril de acero, tanque de acero galvanizado.

**Concreto:** Ferrocemento, piedra y bloque de concreto.

**Madera:** Madera roja, abeto, ciprés (es eficiente, pero cara)

Cuando ésta se llena, las excedencias van al sistema de alcantarillado. Las capacidades están en función de las áreas de captación, precipitaciones medias, duración de las temporadas de lluvia y requerimientos en las edificaciones. Las principales variantes consisten en los materiales de construcción, la ubicación sobre o bajo superficie del suelo y dimensiones. Para un mayor almacenamiento se pueden acoplar varias cisternas (**GAECIA VILLEGAS, 2013**).

### **Dimensionamiento**

**CEPIS (2004), Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente**, el dimensionamiento del reservorio es uno de los puntos más críticos para implantar el sistema, porque:

Generalmente, es el elemento más caro, impactando significativamente en el tiempo de retorno de la inversión.

Es el principal factor para la confiabilidad del sistema, pues desempeña un papel fundamental para atender la demanda.

Por lo tanto, el correcto dimensionamiento del reservorio es importante para evitar gastos innecesarios, cuando el reservorio es sobredimensionado; o una baja eficiencia cuando el reservorio es sub dimensionado.

La eficiencia y la fiabilidad de la utilización de los sistemas de agua de lluvia depende fundamentalmente del dimensionamiento del depósito de almacenamiento de agua, lo que exige combinar adecuadamente el volumen, con el costo del mismo, de lo que resultara una mayor eficiencia, con un menor gasto posible.

Para la determinación del dimensionamiento del tanque o cisterna, el criterio principal será la capacidad de reserva o tiempo que se desea almacenar agua; si se consumirá durante la misma temporada de lluvia o se concentrará para consumirla durante el periodo de estiaje o sequía, o se realizarán las dos acciones; consumirla durante y guardar una reserva para el final de la temporada de lluvia.

Existen diferentes métodos para dimensionar el reservorio de almacenamiento, siendo estos:

### **Método de Rippl**

**CEPIS (2004), Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente**, en este método, al volumen de agua acumulada, captada, se le resta la demanda acumulada, de agua en el mismo intervalo de tiempo. La máxima diferencia positiva determina el volumen del depósito de almacenamiento. Cuanto menor sea el intervalo de análisis, más exacto es el resultado.

**$V_{ripl} = \sum S$  (como indicar que la sumatoria es desde 1 hasta d)**

**Donde:**

**$V_{ripl}$**  = volumen de depósito obtenido por el Método Rippl (Litros)

**d** = número de días en período analizado (igual al número de días de la serie de precipitaciones utilizado);

**S** = diferencia entre la demanda diaria de agua de lluvia y el volumen de agua que se captura (Litros).

El resultado de la aplicación del indicado método o cualquier otro método, que se utilice, deberá ser analizado considerando por criterios prácticos, de espacio y/o económicos, tal vez no siempre será conveniente satisfacer con agua de lluvia toda la demanda; y que no siempre será económicamente favorable almacenar toda la lluvia precipitada; otro factor a considerarse es si, el agua proveniente de la será la única fuente, en cuyo caso tendría que adoptarse los criterios más conservadores a fin de no desperdiciar agua de lluvia.

### **Características**

Conociéndose el volumen que se requiere para el depósito de almacenamiento, luego la decisión a tomar es si su ubicación, será superficial o enterrada.

### **Superficial**

En este caso se construye una estructura sobre el suelo o alguna otra superficie, con la ventaja de menos gasto al evitar la excavación, y más facilidad de mantenimiento o reparación. La desventaja es que ocupa más espacio.

## Enterrada

En este caso será necesario excavar un hoyo de las dimensiones adecuadas y conocer el tipo de suelo si es arcilloso, rocoso, etc, y la posible incidencia de inundaciones que pudieran afectar la estructura de la misma.

Lo siguiente es elegir entre un depósito prefabricado o uno construido en el sitio; en el primero de los casos existen en el mercado depósitos de material sintético o de metal; estos últimos tienen la ventaja de una larga duración, y menor costo de instalación; si se opta por construirse en el sitio lo más usual es utilizar concreto. Sin embargo, la adopción del tipo de material del depósito, también depende del volumen de almacenamiento requerido y costos, al respecto se consigna la tabla publicada por el Manual de Texas sobre la Cosecha del Agua de Lluvia, donde se recomienda el tipo de material más adecuado, según el volumen de almacenamiento requerido.

Material	Costos US		Tamaño Litros		Comentarios
	\$/Litro				
Fibra de vidrio	0.13	0.5	2000	8000	Puede durar por varias décadas, las reparaciones son fáciles y se puede pintar.
Concreto	0.07	0.31	40000		Tiene riesgos por grietas, el olor y el sabor del agua cambian.
Metal	0.13	0.38	600	10000	Es de peso ligero y el agua se calienta si el tanque está expuesta a la luz del sol, los tanques blancos fomentan el crecimiento de las algas.
Polipropileno	0.09	0.25	1200	40000	Se instalan en zonas residenciales.
Madera	0.5		3000	200000	Recomendables para zonas sísmicas.
Geomembrana	0.01			4000000	
Polietileno	0.19	0.42	120	20000	
Acero soldado con autogena	0.2	1	120000	4000000	
Bami para almacenamiento de agua de lluvia	100		200	400	Se deben evitar barriles que no desprenden material toxico e instalar una rejilla para evitar mosquitos.

**Figura 6.** Tipos de Materiales para Almacenamiento de Agua Pluvial Fuente: The Texas Manual on Rainwater Harvesting, 2005.

**Método Azevedo Netto:**

**Azevedo Netto y Acosta Guillermo (2011)**, obtiene el volumen del reservorio de agua de lluvia según la siguiente ecuación (4):

$$V_{an} = 0.042 * P_a * A * T \dots\dots\dots \text{Ecuación (3)}$$

**Donde:**

$V_{an}$  = volumen reservorio (litros);

$P_a$  = precipitación media anual (mm / año = litros / m<sup>2</sup> por año);

$A$  = área de captación. (m<sup>2</sup>);

$T$  = número de meses de poca lluvia o la sequía (adimensional).

**Método practico alemán:**

**BALLÉN, GALARZA, AND ORTIZ M. (2006)**, es un método empírico, según el cual se toma el menor entre los siguientes valores para el volumen del reservorio: 6% del volumen anual de consumo, o el 6% del volumen anual de precipitación aprovechada.

$$V = \text{mínimo entre } (V, D) * 0.06 \dots\dots\dots \text{Ecuación (4)}$$

**Donde:**

$V$  = volumen anual de agua de lluvia captada;

$D$  = demanda anual de agua

El resultado de la aplicación de cualesquiera de los métodos antes descritos deberá, ser adoptado considerando que por criterios prácticos, físicos y económicos, tal vez no siempre será posible satisfacer con agua de lluvia toda la demanda; y que no siempre será conveniente almacenar toda la lluvia precipitada; otro factor a considerarse es si, el agua proveniente de la lluvia será la única fuente, en cuyo caso tendría que adoptarse los criterios más conservadores a fin de no desperdiciar agua.

➤ **Distribución**

La distribución para el consumo humano para los sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia en viviendas dispersas, se hará a través de un



grifo de agua instalado inmediatamente después del tanque de almacenamiento (**HERNÁNDEZ MALCA, 2014**).

Esta red debe ir paralela a la red de acueducto, y debe llegar a los puntos hidráulicos donde se utilizará el agua lluvia, así que deberá protegerse la red de suministro de agua potable con una válvula de cheque para evitar que el agua lluvia se mezcle con el agua potable (**PALACIO CASTAÑEDA, 2010**).

Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la Institución Educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia

Este sistema tiene por finalidad conducir las aguas pluviales, desde el lugar de almacenamiento hasta el punto de uso de dichas aguas; en tal sentido y considerando que los puntos de uso, generalmente, están por sobre el tanque de almacenamiento, se requerirá un sistema de bombeo, para impulsar las aguas hasta un tanque elevado, desde el cual, mediante una red, se distribuirá el agua hacia las unidades sanitarias; otra opción podría ser un equipo hidroneumático (**GRÁNDEZ TORRES , 2017**).

### **Información básica en el diseño de un sistema de captación de agua pluvial**

#### **➤ Bases del diseño**

**CEPIS, 2004** Antes de emprender el diseño de un sistema de captación de agua pluvial, es necesario tener en cuenta los aspectos siguientes:

Precipitación en la zona. Se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años, e idealmente de los últimos 15 años.

Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación.

Número de personas beneficiadas.

Demanda de agua.

#### **➤ Criterios de diseño**

**CEPIS (2004)**, este método conocido como: “Cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento” toma como base de datos la precipitación de los 10 ó 15 últimos años. Mediante este cálculo se determina la cantidad de agua

que es capaz de recolectarse por metro cuadrado de superficie de techo y a partir de ella se determina a) el área de techo necesaria y la capacidad del tanque de almacenamiento, o b) el volumen de agua y la capacidad del tanque de almacenamiento para una determinada área de techo.

Los datos complementarios para el diseño son:

Número de usuarios

Coefficiente de esorrentía:

- calamina metálica 0.9
- tejas de arcilla 0.8 - 0.9
- madera 0.8 - 0.9 - paja 0.6 - 0.7
- Demanda de agua.

Los pasos a seguir para el diseño del sistema de captación de agua de lluvia son:

**Determinación de la precipitación promedio mensual;** a partir de los datos promedio mensuales de precipitación de los últimos 10 ó 15 años se obtiene el valor promedio mensual del total de años evaluados. Este valor puede ser expresado en mm/mes, litros/m<sup>2</sup> /mes, capaz de ser recolectado en la superficie horizontal del techo.

$$P_{pi} = \sum_{i=1}^{i=n} P_i / n \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación (5)}$$

**n** : número de años evaluados

**pi** : valor de precipitación mensual del mes “i”, (mm)

**Ppi** : precipitación promedio mensual del mes “i” de todos los años evaluados. (mm/mes)

**Determinación de la demanda;** a partir de la dotación asumida por persona se calcula la cantidad de agua necesaria para atender las necesidades de la familia o familias a ser beneficiadas en cada uno de los meses.

$$D_i = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000} \dots\dots\dots Ecuación (6)$$

**Nu** : Número de usuarios que se benefician del sistema.

**Nd** : Número de días del mes analizado

**Dot** : Dotación (L/Habxdía)

**Di** : Demanda mensual (m<sup>3</sup>)

**Determinación del volumen del tanque de abastecimiento;** teniendo en cuenta los promedios mensuales de precipitaciones de todos los años evaluados, el material del techo y el coeficiente de escorrentía, se procede a determinar la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo y por mes.

$$A_i = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000} \dots\dots\dots Ecuacion (7)$$

**Ppi** : Precipitación promedio mensual (litros/m<sup>2</sup>)

**Ce** : Coeficiente de escorrentía

**Ac** : Área de captación (m<sup>2</sup>)

**Ai** : Oferta de agua en el mes “i” (m<sup>3</sup>)

Teniendo como base los valores obtenidos en la determinación de la demanda mensual de agua y oferta mensual de agua de lluvia, se procede a calcular el acumulado de cada uno de ellos mes a mes encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua. A continuación, se procede a calcular la diferencia de los valores acumulados de oferta y demanda de cada uno de los meses.

Las áreas de techo que conduzcan a diferencias acumulativas negativas en alguno de los meses del año se descartan por que no son capaces de captar la cantidad de agua demandada por los interesados.

El área mínima de techo corresponde al análisis que proporciona una diferencia acumulativa próxima a cero (0) y el volumen de almacenamiento corresponde a la mayor diferencia acumulativa. Áreas de techo mayor al mínimo darán mayor seguridad para el abastecimiento de los interesados.

El acumulado de la oferta y la demanda en el mes “i” podrá determinarse por:

$$A_{ai} = A_{a(i-1)} + \frac{P_{pi} \times C_e \times A_c}{1000} \dots\dots\dots \textit{Ecuación (8)}$$

$$D_{ai} = D_{a(i-1)} + (N_u \times N_{d_i} \times D_{d_i})/1000 \dots\dots\dots \textit{Ecuación (9)}$$

**A<sub>ai</sub>** : Oferta acumulado al mes “i”.

**D<sub>ai</sub>** : Demanda acumulada al mes “i”.

$$V_i (m^3) = A_i (m^3) - D_i (m^3) \dots\dots\dots \textit{Ecuación (10)}$$

**V<sub>i</sub>** : Volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes “i”.

**A<sub>i</sub>** : Volumen de agua que se captó en el mes “i”.

**D<sub>i</sub>** : Volumen de agua demandada por los usuarios para el mes “i”.

**1.3. Definición de Términos.**

**Agua de lluvia:** Precipitación de gotas de agua líquida de diámetro mayor de 0.05 mm, o bien más pequeñas, pero muy dispersas. Se denomina así al agua de lluvia y a sus variantes, como la nieve y el granizo.

**Agua purificada:** Agua sometida a un tratamiento físico o químico que se encuentra libre de agentes infecciosos, cuya ingestión no causa efectos nocivos a la salud y para su comercialización se presenta en botellones u otros envases con cierre hermético.

**Aguas superficiales:** Agua procedente de la lluvia, deshielos o nieve, que corre en la superficie de la tierra por los ríos y arroyos, y se dirige al mar.

**Canaletas:** Conductos de diferente forma (rectangulares, trapezoidal, circulares) que se utilizan para coleccionar y conducir el agua de lluvia proveniente de un área de captación.

**Cisterna:** Depósito subterráneo o superficial donde se conserva el agua de lluvia, de un río o manantial para el abastecimiento en los diversos usos por los seres vivos.

**Escorrentamiento superficial:** Es la porción del volumen de la precipitación que fluye sobre los canales, arroyos y lagos, en forma de una corriente superficial sobre el suelo y el talud de las Cárcavas, siendo afectado por la asociación con la precipitación y las características del lugar (Microcuencas, subcuencas y cuencas).

**Lluvia ácida:** Se ha asignado este nombre a aquello que presenta valores de pH menores de 5.6, ya que esto indica la presencia de ácidos fuertes como el sulfúrico y el nítrico.

**Precipitación continua:** Se dice que la precipitación es continua, cuando su intensidad aumenta o disminuye gradualmente.

**Precipitación efectiva:** Es la porción de la precipitación que puede llegar a estar disponible en la zona ocupada por las raíces de las plantas y su aprovechamiento depende de varios factores tales como: intensidad, duración y distribución de la lluvia, velocidad e infiltración en el suelo, cubierta vegetal y topografía.

**Abastecimiento:** Acción para proporcionar agua.

**Agua potable:** Agua distribuida por una compañía autorizada y que sigue las pautas de calidad de la normativa vigente.

**Agua:** Líquido transparente, inodoro e insípido que forma la lluvia, y corre por los ríos y arroyos. También forma con ciertas sales, el contenido de los mares. Es un compuesto de oxígeno e hidrógeno.

**Aljibe:** Depósito donde se recoge y conserva el agua.

**Almacenamiento:** Depósito destinado a la acumulación, conservación y abastecimiento del agua de lluvia con fines domésticos Ambiente.

**Canal:** Cauce artificial por donde se conduce el agua.

**Captación:** Superficie destinada a la recolección del agua de lluvia para un fin beneficioso.

**Caudal:** Curso de agua o cantidad de agua que pasa por un lugar, conducción, río, arroyo, etc. en un tiempo determinado.

**Cisternas o depósitos de acumulación:** Recipientes de acumulación de agua pluvial.

**Deflector:** Aparato instalado en la alimentación de la cisterna que minimiza la turbulencia y reduce la velocidad de entrada del agua en ella. Con el objetivo de evitar lo máximo posible la suspensión de sólidos decantados en la cisterna.

**Depósito:** Recipiente en el que se almacena agua u otra sustancia.

**Desagüe:** Acción y efecto de extraer o hacer salir al agua de un lugar.

**Dispositivo de descarte de primeras aguas:** Elemento automático o manual que evita el ingreso al sistema de las primeras aguas de lavado de la superficie de captación.

**Distribución:** Conducir el agua hacia un destino, por ejemplo, hacia los hogares.

**Gárgola:** Conducto por donde se vierte el agua de los techos o de las fuentes.

**Granizo:** Agua congelada que cae de las nubes en forma de bolas de hielo de diferentes Tamaños.

**Interceptor:** Dispositivo dirigido a captar las primeras aguas de lluvia correspondiente al lavado del área de captación y que pueden contener impurezas de diversos orígenes.

**Permeable:** Que puede ser penetrado por el agua u otro fluido.

**Pluviometría:** Cantidad total de precipitación anual por unidad de superficie, comúnmente metro cuadrado.

**Pluviómetro:** Aparato para medir la lluvia que cae en un lugar en un tiempo determinado.

**Pluviosidad:** Cantidad de precipitaciones que caen en un lugar en un tiempo determinado.

**Potabilización:** Proceso por el cual el agua se convierte en apta para el consumo humano.

**Potable:** Que se puede beber

**Recolección:** Conjunto de canaletas situadas en las partes más bajas del área de captación con el objeto de recolectar el agua de lluvia y de conducirla hacia el interceptor.

**Reutilizar:** Usar de nuevo el agua que ya hemos empleado para otro fin.

**Saneamiento:** Acción y efecto de sanear. Conjunto de técnicas y elementos destinados a fomentar las condiciones higiénicas en un edificio, de una comunidad, etc.

**Sistema de drenaje:** Conjunto de equipos y elementos de fontanería que permiten la conducción de las aguas acumuladas en las cotas más bajas de una superficie de captación hacia un punto común de captación.

**Sostenibilidad:** Característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades.

**Sumidero:** Elemento físico superficial y conducto por donde entra el agua a un sistema de reaprovechamiento de agua pluvial.

**Suministro:** Punto de demanda del sistema.

**Superficie de captación:** Superficie en la cual se recoge agua pluvial para ser utilizada en un sistema de reutilización de agua pluvial.

**Tejados inaccesibles:** Cubierta de un edificio no accesible al público, a la excepción de las operaciones de mantenimiento.

**Tubería:** Conducto formado por tubos para el paso de líquidos o gases.

**Unidad de control:** Unidad que controla y/o monitoriza el sistema de reaprovechamiento de agua pluvial y facilita una operación eficiente.

**Usos del agua:** Acción y efecto de usar el agua. Empleo habitual y continuado del agua.

**Aguadas naturales:** Son aquellas que existen sin la intervención del hombre. Pueden ser permanentes o transitorias.

**Agua de vertiente:** es el agua que surge de la tierra, que se puede o no transformar en arroyo o río.

**Lloradero:** Lugar muy difuso en la montaña en donde caen muchas gotas como lágrimas que a veces se juntan para formar una corriente permanente.

**Precipitaciones:** Forma de humedad o fuente primaria de agua que se origina en las nubes y que puede caer a la superficie del suelo en forma de lluvias, nevadas, garúas y granizadas.

**Calidad de Agua de lluvia:** Analizar el agua captada de tal manera que se determine sus características físico químicas y bacteriológicas, las cuales deben estar dentro de los límites permisibles de un agua apta para consumo humano.

**Volumen de agua:** Cantidad de agua en m<sup>3</sup> que se puede captar y aprovechar.

**Captación de Agua de lluvia:** Colecta de agua producto de las lluvias que se dan en una determinada zona y que se pueden aprovechar. Para la captación de agua de lluvia se utilizan diferentes tipos superficies, pero para esta tesis se usarán los techos de las viviendas como áreas de captación.



## **CAPÍTULO II**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **2.1. Sistema de hipótesis**

El sistema de captación de agua pluvial, abastecerá el consumo familiar de agua potable, distrito de Moyobamba – 2018.

#### **2.2. Sistema de variables.**

Variable independiente

Sistema de captación de agua pluvial.

Variable dependiente

Abastecimiento del consumo familiar de agua potable.

#### **2.3. Tipo y Nivel de investigación.**

##### **Tipo:**

Investigación aplicada

Al respecto Sánchez y Reyes, (2006) dice: “Tiene como finalidad primordial la resolución de problemas prácticos inmediatos en orden a transformar las condiciones. El propósito de realizar aportaciones al conocimiento teórico es secundario”.

##### **Nivel:**

Aplicativo (Mario Bunge)

Según Mario Bunge (2008) la investigación aplicada es: La que interviene, pero no se trata de una intervención deliberada como ocurren los experimentos, a lo cual se le denomina manipulación, sino de una intervención a propósito de las necesidades de la población objetivo.

#### **2.4. Diseño de investigación.**

No experimental

Sánchez y Reyes, (2006) respecto a la investigación no experimental indica: “Son las que se refieren a investigaciones en las que no hay manipulación de alguna variable”.

#### **2.5. Población y muestra.**

##### **Población.**

La población está conformada por 12 personas. Por lo tanto: N=12 personas.

**Muestra.**

Nuestra muestra es 12 personas. Es decir:  $n=12$  personas, en conclusión,  $N=n$

**2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.****Técnicas**

Entrevista: es la recolección de datos a personas.

Observación: es el registro sistemático válido y confiable de situaciones observadas.

**Instrumentos**

Pluviómetro

Flexómetro

Nivel de mano

Cronómetro

**2.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

Se utilizó la estadística descriptiva: medias, desviación estándar, coeficientes de variación, cuadros y gráficos mediante el uso del software Excel.

Se utilizó el método analítico teniendo en cuenta:

La delimitación del área de estudio o aprovechamiento del agua de lluvia.

Se realizó mediciones de las precipitaciones (precipitación de diseño), cada vez que existía precipitación en la zona de estudio.

Se diseñó los componentes del sistema.

Se desarrolló siguiendo los pasos de la “Guía de diseño para la captación de agua de lluvia”:

Se tuvo en cuenta las ventajas y desventajas del sistema.

Se evaluó la eficiencia del sistema (factor técnico, económico y social).

Se tuvo en cuenta cada uno de los componentes del sistema para su respectivo diseño, teniendo en cuenta las bases y criterios del diseño según esta guía.

Captación, Recolección y conducción, Interceptor, Almacenamiento y Distribución

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Oferta del recurso hídrico proveniente de las precipitaciones en una vivienda en el distrito de Moyobamba.

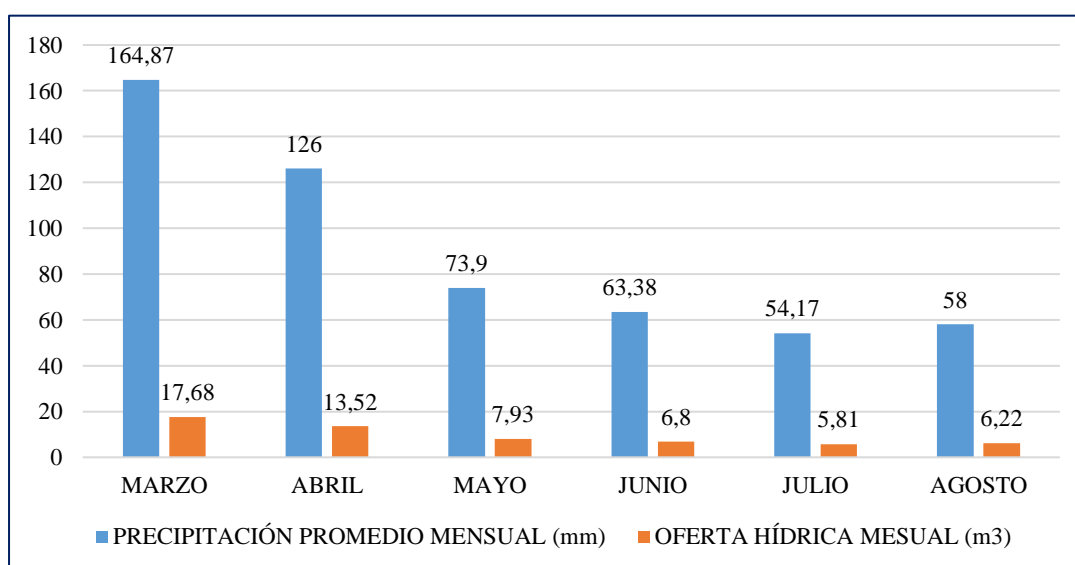
Los meses en estudio para la ejecución del proyecto de tesis fueron: marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto del año 2019; la oferta hídrica de cada mes se detalla a continuación:

**Tabla 2**

*Precipitación promedio mensual (Ppi) de los meses en estudio.*

MES	PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (mm)	OFERTA HÍDRICA MESUAL (m <sup>3</sup> )
Marzo	164.87	17.68
Abril	126.00	13.52
Mayo	73.90	7.93
Junio	63.38	6.80
Julio	54.17	5.81
Agosto	58.00	6.22

Fuente: elaboración propia



**Gráfico 1:** Precipitación promedio mensual (Ppi) de los meses en estudio.

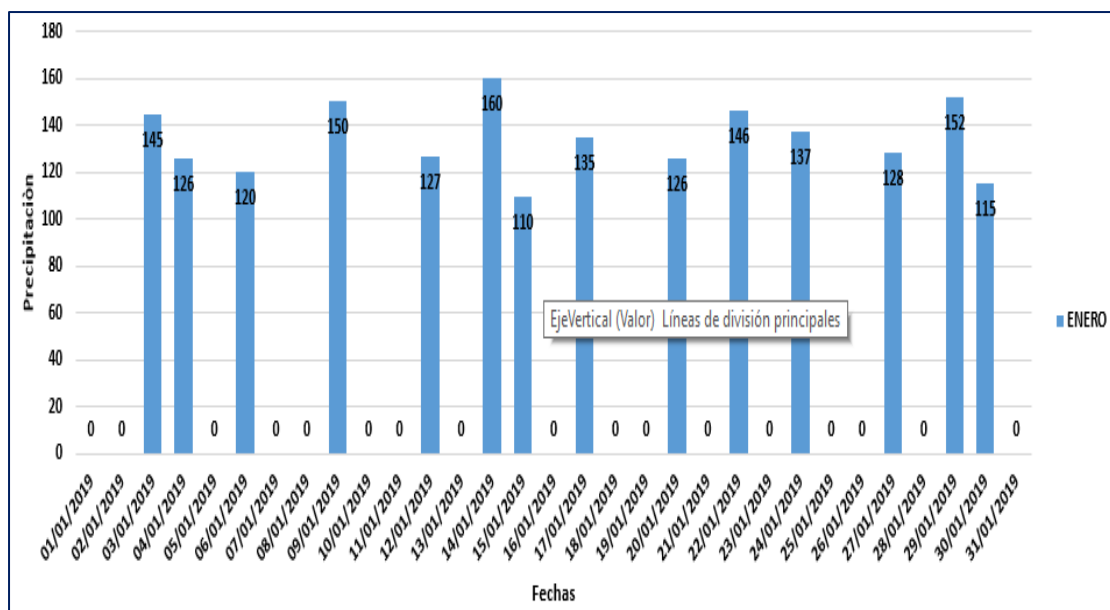
A continuación, se detalla la precipitación diaria y el cálculo de la precipitación promedio mensual (Ppi) de cada mes en estudio durante el periodo de ejecución del proyecto de tesis.

**Tabla 3**

*Precipitación diaria del mes de enero.*

MES	FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
ENERO	01/01/2019	0
	02/01/2019	0
	03/01/2019	145
	04/01/2019	126
	05/01/2019	0
	06/01/2019	120
	07/01/2019	0
	08/01/2019	0
	09/01/2019	150
	10/01/2019	0
	11/01/2019	0
	12/01/2019	127
	13/01/2019	0
	14/01/2019	160
	15/01/2019	110
	16/01/2019	0
	17/01/2019	135
	18/01/2019	0
	19/01/2019	0
	20/01/2019	126
	21/01/2019	0
	22/01/2019	146
	23/01/2019	0
	24/01/2019	137
	25/01/2019	0
	26/01/2019	0
	27/01/2019	128
	28/01/2019	0
	29/01/2019	152
	30/01/2019	115
	31/01/2019	0
	<b>Ppi</b>	<b>134</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Gráfico 2:** Precipitación diaria del mes de enero

Utilizando la precipitación registrada en el mes de marzo se determinará la oferta hídrica mensual, según la siguiente formula:

$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

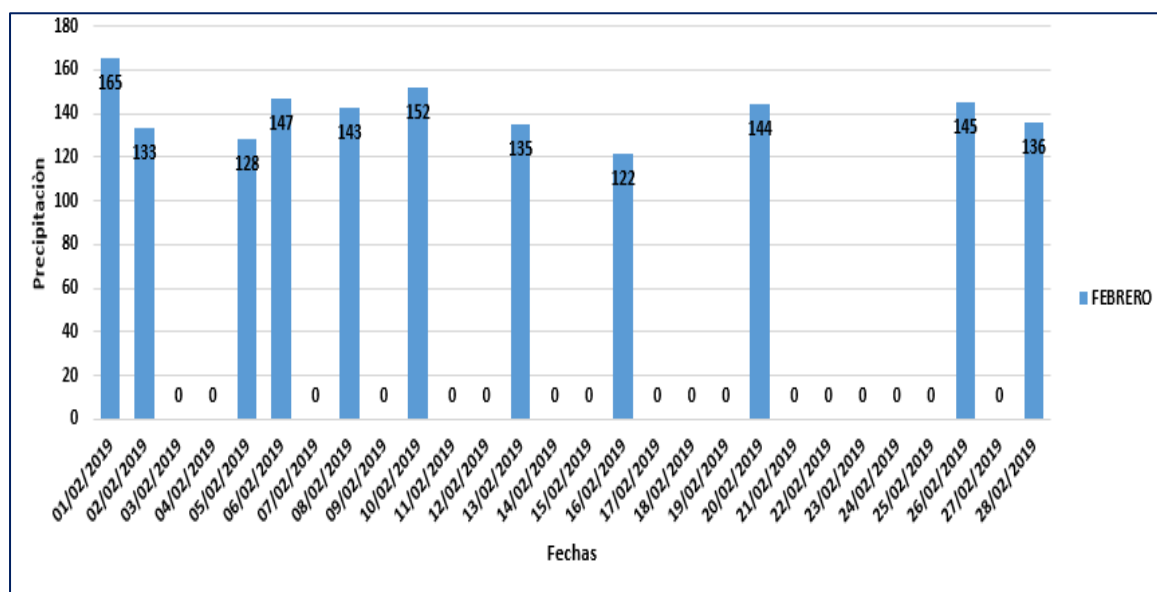
$$Ai = \frac{134 \times 0.9 \times 119.19}{1000} = 14.37m^3$$

**Tabla 4**

*Precipitación diaria del mes de febrero.*

MES	FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
FEBRERO	01/02/2019	165
	02/02/2019	133
	03/02/2019	0
	04/02/2019	0
	05/02/2019	128
	06/02/2019	147
	07/02/2019	0
	08/02/2019	143
	09/02/2019	0
	10/02/2019	152
	11/02/2019	0
	12/02/2019	0
	13/02/2019	135
	14/02/2019	0
	15/02/2019	0
	16/02/2019	122
	17/02/2019	0
	18/02/2019	0
	19/02/2019	0
	20/02/2019	144
	21/02/2019	0
	22/02/2019	0
	23/02/2019	0
	24/02/2019	0
	25/02/2019	0
	26/02/2019	145
	27/02/2019	0
	28/02/2019	136
<b>Ppi</b>		<b>141</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Gráfico 3:** Precipitación diaria del mes de febrero

Utilizando la precipitación registrada en el mes de marzo se determinará la oferta hídrica mensual, según la siguiente fórmula:

$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

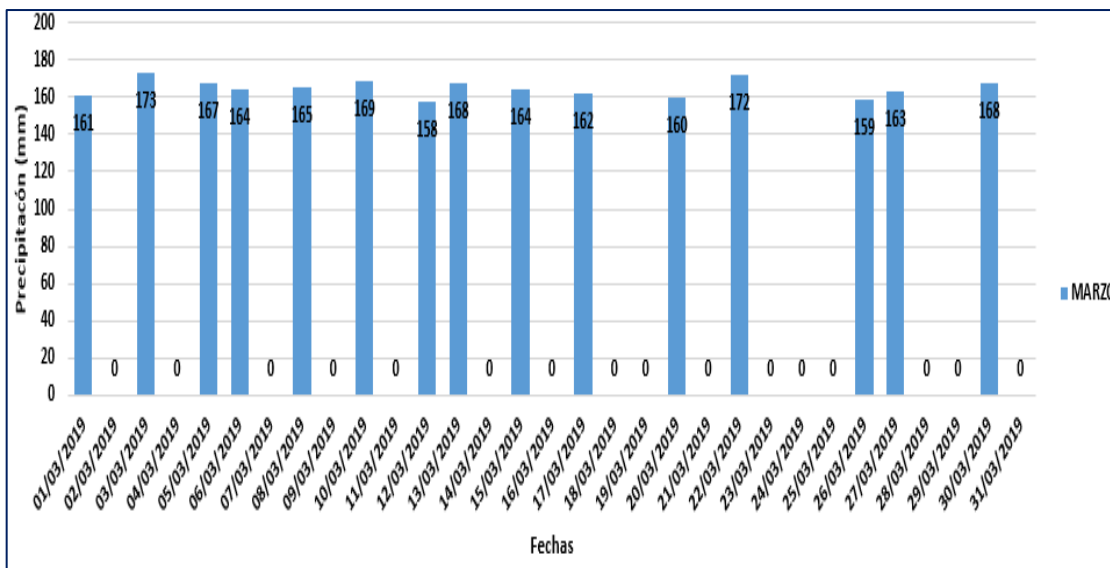
$$Ai = \frac{141 \times 0.9 \times 119.19}{1000} = 15.13 \text{ m}^3$$

**Tabla 5**

*Precipitación diaria del mes de marzo.*

MES	FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
MARZO	01/03/2019	161
	02/03/2019	0
	03/03/2019	173
	04/03/2019	0
	05/03/2019	167
	06/03/2019	164
	07/03/2019	0
	08/03/2019	165
	09/03/2019	0
	10/03/2019	169
	11/03/2019	0
	12/03/2019	158
	13/03/2019	168
	14/03/2019	0
	15/03/2019	164
	16/03/2019	0
	17/03/2019	162
	18/03/2019	0
	19/03/2019	0
	20/03/2019	160
	21/03/2019	0
	22/03/2019	172
	23/03/2019	0
	24/03/2019	0
	25/03/2019	0
	26/03/2019	159
	27/03/2019	163
	28/03/2019	0
	29/03/2019	0
	30/03/2019	168
	31/03/2019	0
	<b>Ppi</b>	<b>164.87</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Gráfico 4:** Precipitación diaria del mes de marzo

Utilizando la precipitación registrada en el mes de marzo se determinará la oferta hídrica mensual, según la siguiente formula:

$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

$$Ai = \frac{164.87 \times 0.9 \times 119.19}{1000} = 17.68 \text{ m}^3$$

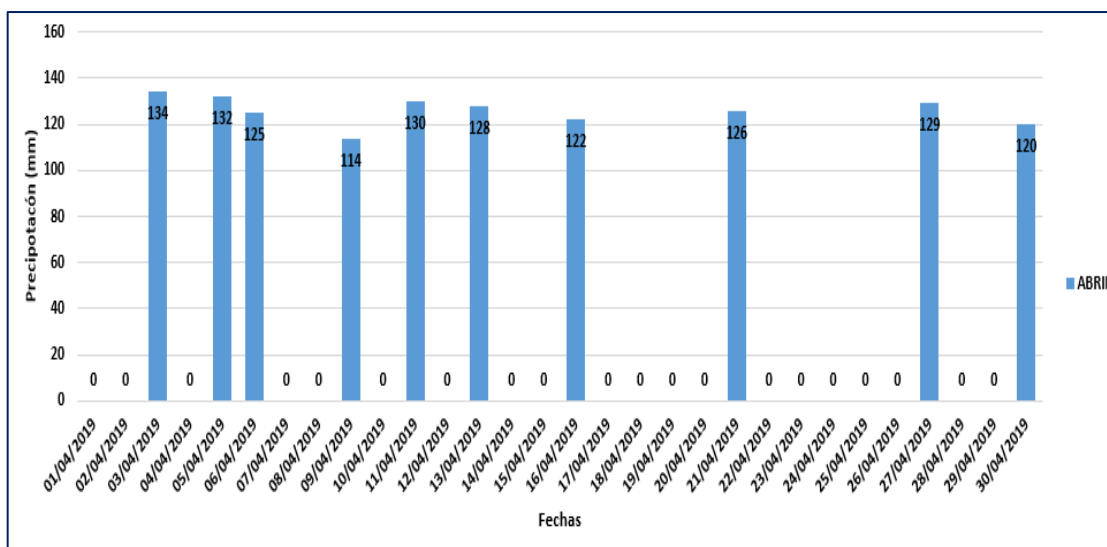
**Interpretación:** En el mes de marzo se tuvo una precipitación promedio (Ppi) de 164.87 mm, teniendo como conclusión que en este mes se ofertó 17.68 m<sup>3</sup> de agua de lluvia.



**Tabla 6***Precipitación diaria del mes de abril*

MES	FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
ABRIL	01/04/2019	0
	02/04/2019	0
	03/04/2019	134
	04/04/2019	0
	05/04/2019	132
	06/04/2019	125
	07/04/2019	0
	08/04/2019	0
	09/04/2019	114
	10/04/2019	0
	11/04/2019	130
	12/04/2019	0
	13/04/2019	128
	14/04/2019	0
	15/04/2019	0
	16/04/2019	122
	17/04/2019	0
	18/04/2019	0
	19/04/2019	0
	20/04/2019	0
	21/04/2019	126
	22/04/2019	0
	23/04/2019	0
	24/04/2019	0
	25/04/2019	0
	26/04/2019	0
	27/04/2019	129
	28/04/2019	0
	29/04/2019	0
	30/04/2019	120
	<b>Ppi</b>	<b>126</b>

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 5:** Precipitaciones diarias del mes de abril.

Utilizando la precipitación registrada en el mes de abril se determinará la oferta hídrica mensual, según la siguiente fórmula:

$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

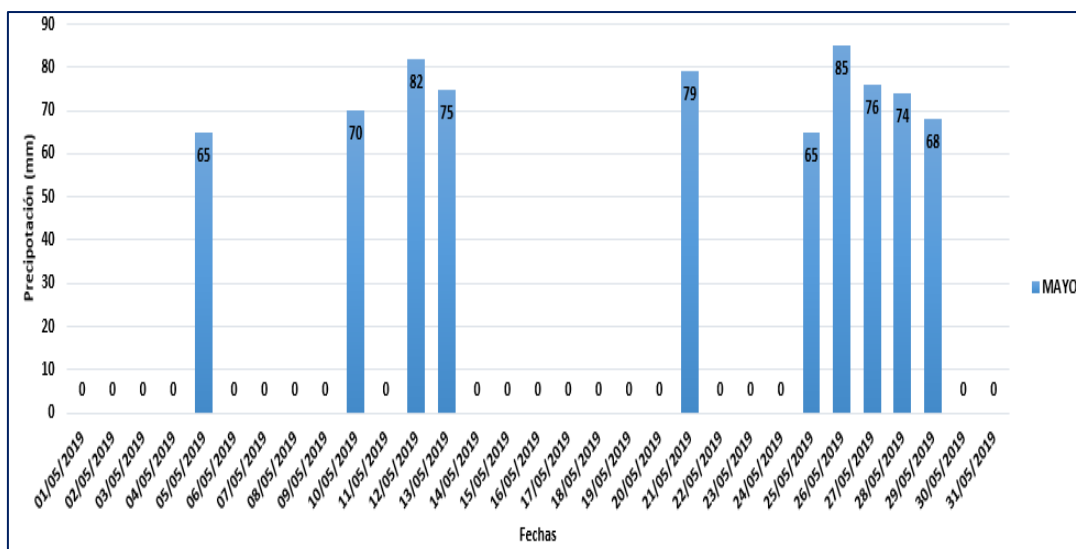
$$Ai = \frac{126 \times 0.9 \times 119.19}{1000} = 13.52 \text{ m}^3$$

**Interpretación:** En el mes de abril se tuvo una precipitación promedio (Ppi) de 126 mm, teniendo como conclusión que en este mes se ofertó  $13.52 \text{ m}^3$  de agua de lluvia.

**Tabla 7***Precipitación diaria del mes de mayo*

MES	FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
MAYO	01/05/2019	0
	02/05/2019	0
	03/05/2019	0
	04/05/2019	0
	05/05/2019	65
	06/05/2019	0
	07/05/2019	0
	08/05/2019	0
	09/05/2019	0
	10/05/2019	70
	11/05/2019	0
	12/05/2019	82
	13/05/2019	75
	14/05/2019	0
	15/05/2019	0
	16/05/2019	0
	17/05/2019	0
	18/05/2019	0
	19/05/2019	0
	20/05/2019	0
	21/05/2019	21
	22/05/2019	0
	23/05/2019	0
	24/05/2019	0
	25/05/2019	65
	26/05/2019	85
	27/05/2019	76
	28/05/2019	74
	29/05/2019	68
	30/05/2019	0
	31/05/2019	0
	<b>Ppi</b>	<b>73.90</b>

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 6:** Precipitación diaria del mes de mayo.

Utilizando la precipitación registrada en el mes de mayo se determinará la oferta hídrica mensual, según la siguiente fórmula:

$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

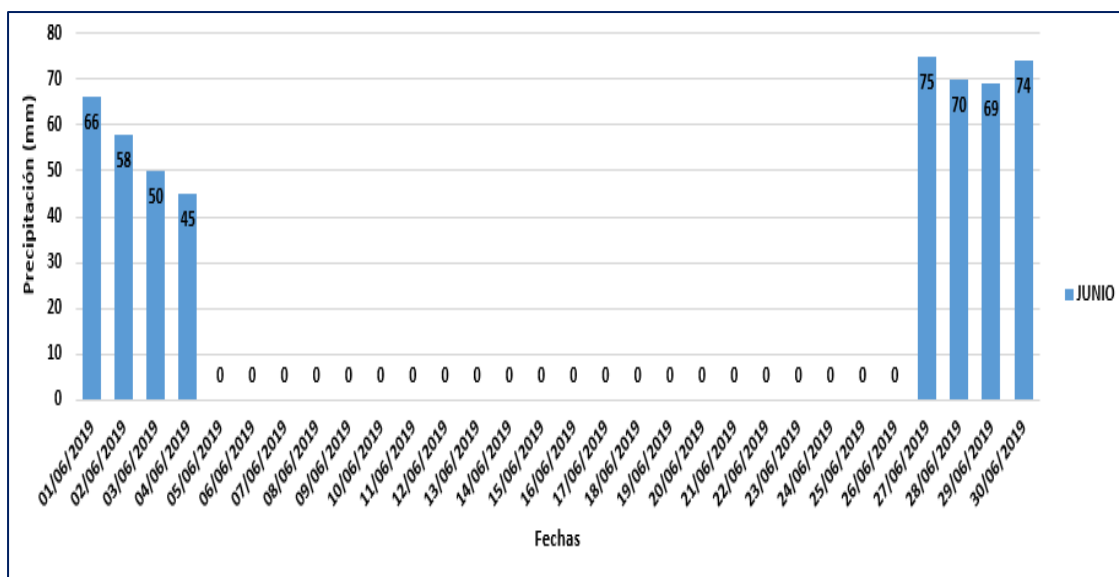
$$Ai = \frac{73.90 \times 0.9 \times 119.19}{1000} = 7.93 \text{ m}^3$$

**Interpretación:** En el mes de mayo se tuvo una precipitación promedio (Ppi) de 73.90 mm, teniendo como conclusión que en este mes se ofertó 7.93 m<sup>3</sup> de agua de lluvia.

**Tabla 8***Precipitación diaria del mes de junio*

MES	FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
JUNIO	01/06/2019	66
	02/06/2019	58
	03/06/2019	50
	04/06/2019	45
	05/06/2019	0
	06/06/2019	0
	07/06/2019	0
	08/06/2019	0
	09/06/2019	0
	10/06/2019	0
	11/06/2019	0
	12/06/2019	0
	13/06/2019	0
	14/06/2019	0
	15/06/2019	0
	16/06/2019	0
	17/06/2019	0
	18/06/2019	0
	19/06/2019	0
	20/06/2019	0
	21/06/2019	0
	22/06/2019	0
	23/06/2019	0
	24/06/2019	0
	25/06/2019	0
	26/06/2019	0
	27/06/2019	75
	28/06/2019	70
	29/06/2019	69
	30/06/2019	74
	<b>Ppi</b>	<b>63.38</b>

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 7:** Precipitación diaria del mes de junio

Utilizando la precipitación registrada en el mes de junio se determinará la oferta hídrica mensual, según la siguiente formula:

$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

$$Ai = \frac{63.38 \times 0.9 \times 119.19}{1000} = 6.80 \text{ m}^3$$

**Interpretación:** En el mes de junio se tuvo una precipitación promedio (Ppi) de 63.38 mm, teniendo como conclusión que en este mes se ofertó 6.80 m<sup>3</sup> de agua de lluvia.

**Tabla 9***Precipitación diaria del mes de julio*

MES	FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
JULIO	01/07/2019	60
	02/07/2019	0
	03/07/2019	0
	04/07/2019	0
	05/07/2019	40
	06/07/2019	52
	07/07/2019	0
	08/07/2019	0
	09/07/2019	0
	10/07/2019	61
	11/07/2019	0
	12/07/2019	0
	13/07/2019	0
	14/07/2019	0
	15/07/2019	0
	16/07/2019	0
	17/07/2019	0
	18/07/2019	0
	19/07/2019	0
	20/07/2019	0
	21/07/2019	0
	22/07/2019	0
	23/07/2019	0
	24/07/2019	57
	25/07/2019	0
	26/07/2019	0
	27/07/2019	55
	28/07/2019	0
	29/07/2019	0
	30/07/2019	0
	31/07/2019	0
	<b>Ppi</b>	<b>54.17</b>

Fuente: Elaboración propia

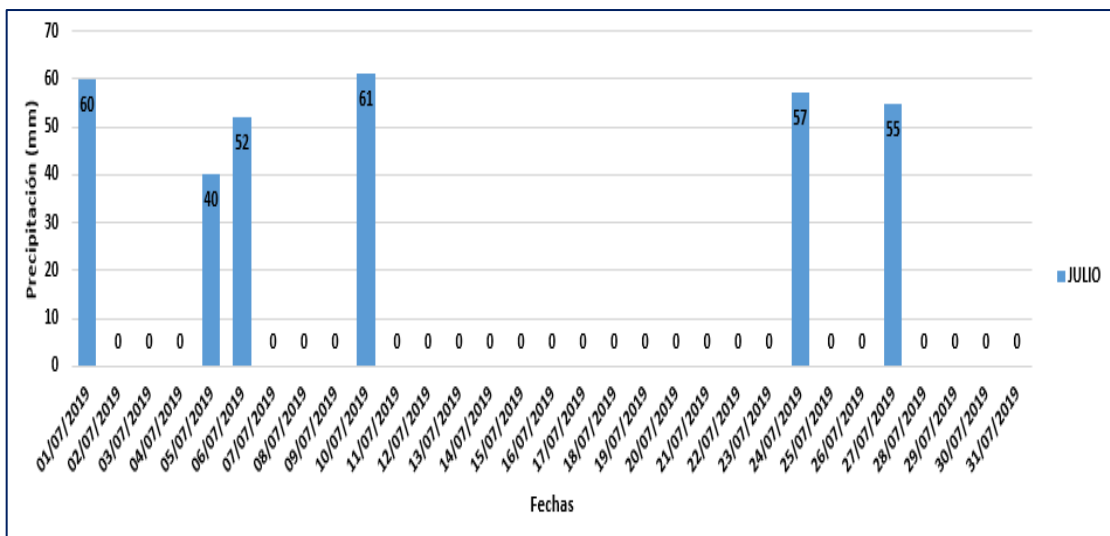


Gráfico 8: Precipitación diaria del mes de julio

Utilizando la precipitación registrada en el mes de julio se determinará la oferta hídrica mensual, según la siguiente formula:

$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

$$Ai = \frac{54.17 \times 0.9 \times 119.19}{1000} = 5.81 \text{ m}^3$$

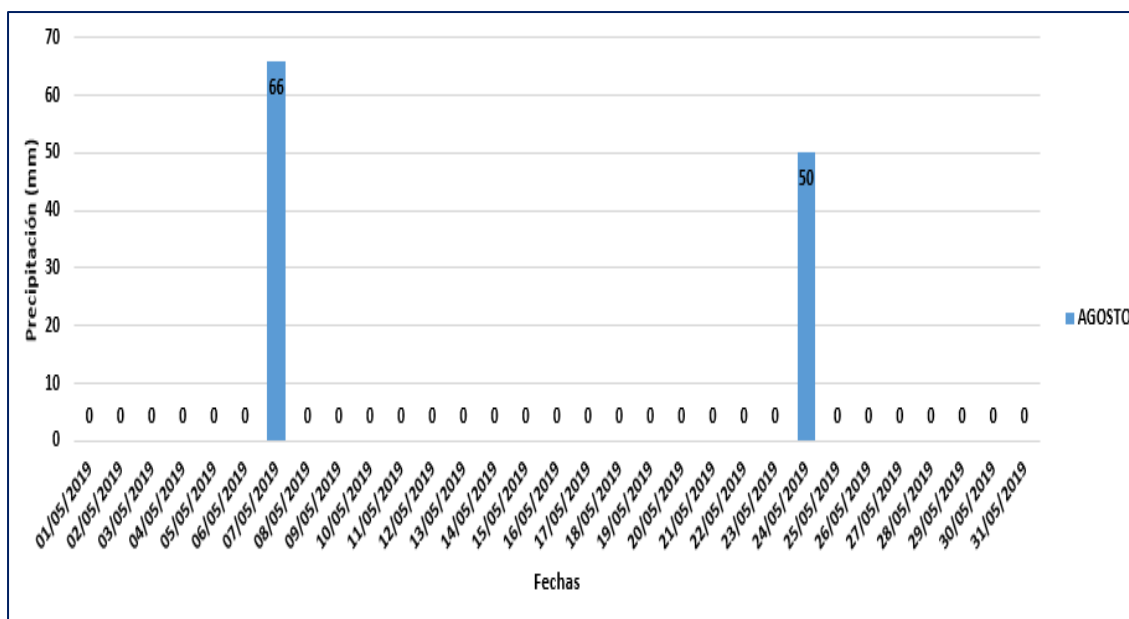
**Interpretación:** En el mes de julio se tuvo una precipitación promedio (Ppi) de 54.17 mm, teniendo como conclusión que en este mes se ofertó 5.81 m<sup>3</sup> de agua de lluvia.



**Tabla 10***Precipitación diaria del mes de agosto*

MES	FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
AGOSTO	01/08/2019	0
	02/08/2019	0
	03/08/2019	0
	04/08/2019	0
	05/08/2019	0
	06/08/2019	0
	07/08/2019	66
	08/08/2019	0
	09/08/2019	0
	10/08/2019	0
	11/08/2019	0
	12/08/2019	0
	13/08/2019	0
	14/08/2019	0
	15/08/2019	0
	16/08/2019	0
	17/08/2019	0
	18/08/2019	0
	19/08/2019	0
	20/08/2019	0
	21/08/2019	0
	22/08/2019	0
	23/08/2019	0
	24/08/2019	23
	25/08/2019	0
	26/08/2019	0
	27/08/2019	0
	28/08/2019	0
	29/08/2019	0
	30/08/2019	0
	31/08/2019	0
	Ppi	58

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 9:** Precipitación diaria del mes de agosto.

Utilizando la precipitación registrada en el mes de agosto se determinará la oferta hídrica mensual, según la siguiente fórmula:

$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

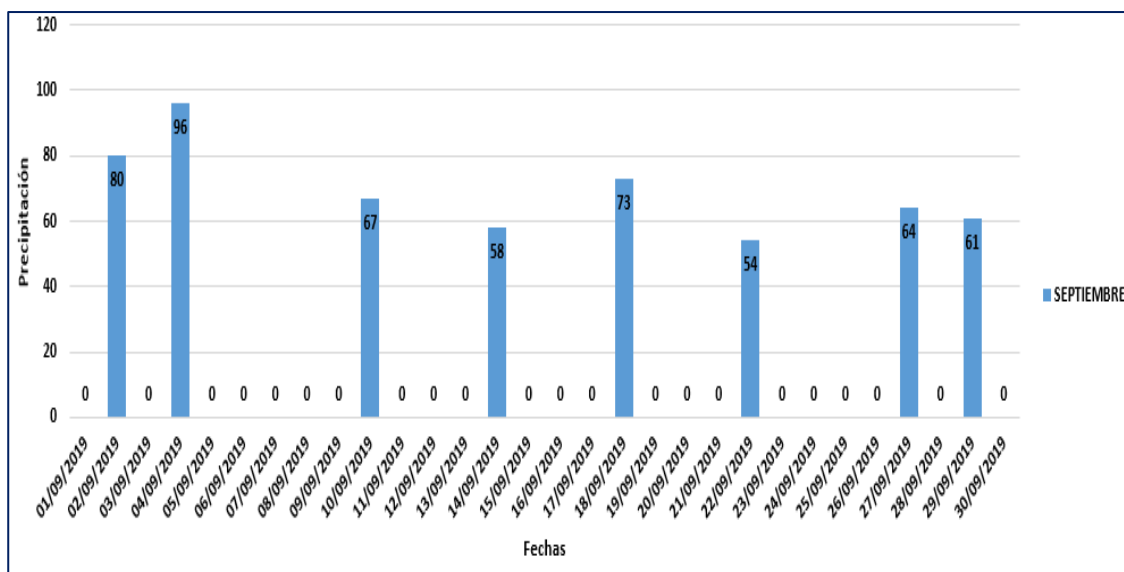
$$Ai = \frac{58 \times 0.9 \times 119.19}{1000} = 6.22 \text{ m}^3$$

**Interpretación:** En el mes de agosto se tuvo una precipitación promedio (Ppi) de 58 mm, teniendo como conclusión que en este mes se ofertó 6.22 m<sup>3</sup> de agua de lluvia.

**Tabla 11***Precipitación diaria del mes de septiembre*

MES	FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
	01/09/2019	0
	02/09/2019	80
	03/09/2019	0
	04/09/2019	96
	05/09/2019	0
	06/09/2019	0
	07/09/2019	0
	08/09/2019	0
	09/09/2019	0
	10/09/2019	67
	11/09/2019	0
	12/09/2019	0
	13/09/2019	0
	14/09/2019	58
SEPTIEMBRE	15/09/2019	0
	16/09/2019	0
	17/09/2019	0
	18/09/2019	73
	19/09/2019	0
	20/09/2019	0
	21/09/2019	0
	22/09/2019	54
	23/09/2019	0
	24/09/2019	0
	25/09/2019	0
	26/09/2019	0
	27/09/2019	64
	28/09/2019	0
	29/09/2019	61
	30/09/2019	0
	<b>Ppi</b>	<b>69</b>

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 10:** Precipitación diaria del mes de septiembre.

Utilizando la precipitación registrada en el mes de marzo se determinará la oferta hídrica mensual, según la siguiente fórmula:

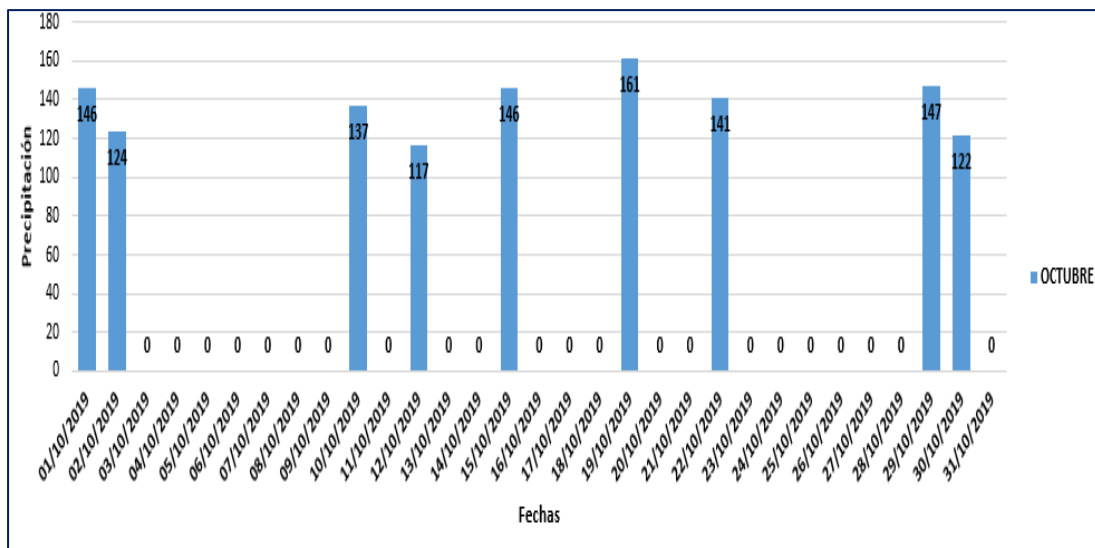
$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

$$Ai = \frac{69 \times 0.9 \times 119.19}{1000} = 7.40 \text{ m}^3$$

**Tabla 12***Precipitación del mes de octubre*

MES	FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
OCTUBRE	01/10/2019	146
	02/10/2019	124
	03/10/2019	0
	04/10/2019	0
	05/10/2019	0
	06/10/2019	0
	07/10/2019	0
	08/10/2019	0
	09/10/2019	0
	10/10/2019	137
	11/10/2019	0
	12/10/2019	117
	13/10/2019	0
	14/10/2019	0
	15/10/2019	146
	16/10/2019	0
	17/10/2019	0
	18/10/2019	0
	19/10/2019	161
	20/10/2019	0
	21/10/2019	0
	22/10/2019	141
	23/10/2019	0
	24/10/2019	0
	25/10/2019	0
	26/10/2019	0
	27/10/2019	0
	28/10/2019	0
	29/10/2019	147
	30/10/2019	122
	31/10/2019	0
	<b>Ppi</b>	<b>138</b>

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 11.** Precipitación diaria del mes de octubre.

Utilizando la precipitación registrada en el mes de marzo se determinará la oferta hídrica mensual, según la siguiente fórmula:

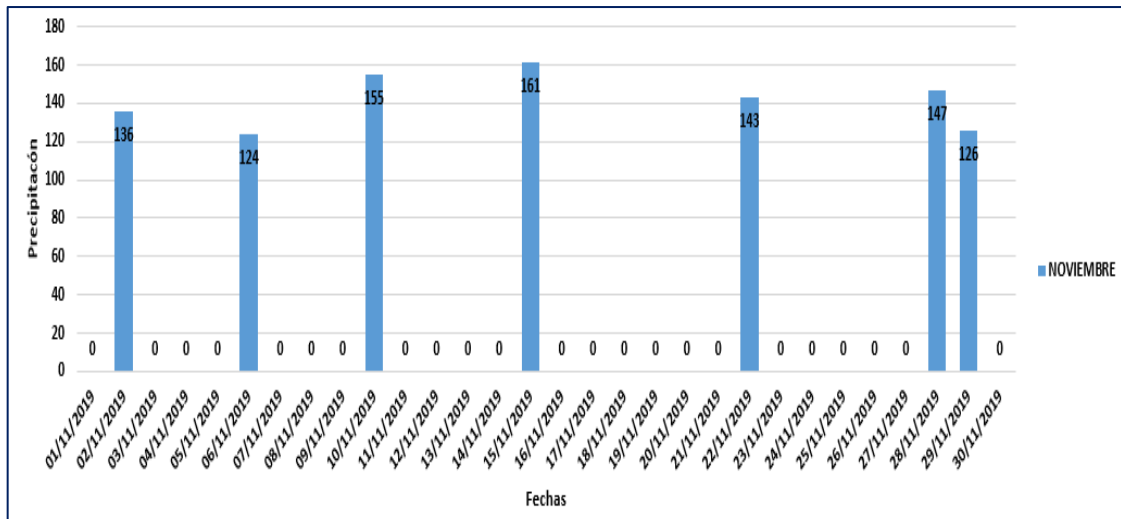
$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

$$Ai = \frac{138 \times 0.9 \times 119.19}{1000} = 14.80 \text{ m}^3$$

**Tabla 13***Precipitación diaria del mes de noviembre.*

MES	FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
	01/11/2019	0
	02/11/2019	136
	03/11/2019	0
	04/11/2019	0
	05/11/2019	0
	06/11/2019	124
	07/11/2019	0
	08/11/2019	0
	09/11/2019	0
	10/11/2019	155
	11/11/2019	0
	12/11/2019	0
	13/11/2019	0
	14/11/2019	0
NOVIEMBRE	15/11/2019	161
	16/11/2019	0
	17/11/2019	0
	18/11/2019	0
	19/11/2019	0
	20/11/2019	0
	21/11/2019	0
	22/11/2019	143
	23/11/2019	0
	24/11/2019	0
	25/11/2019	0
	26/11/2019	0
	27/11/2019	0
	28/11/2019	147
	29/11/2019	126
	30/11/2019	0
	<b>Ppi</b>	<b>142</b>

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 12: Precipitación diaria del mes de noviembre.**

Utilizando la precipitación registrada en el mes de marzo se determinará la oferta hídrica mensual, según la siguiente fórmula:

$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

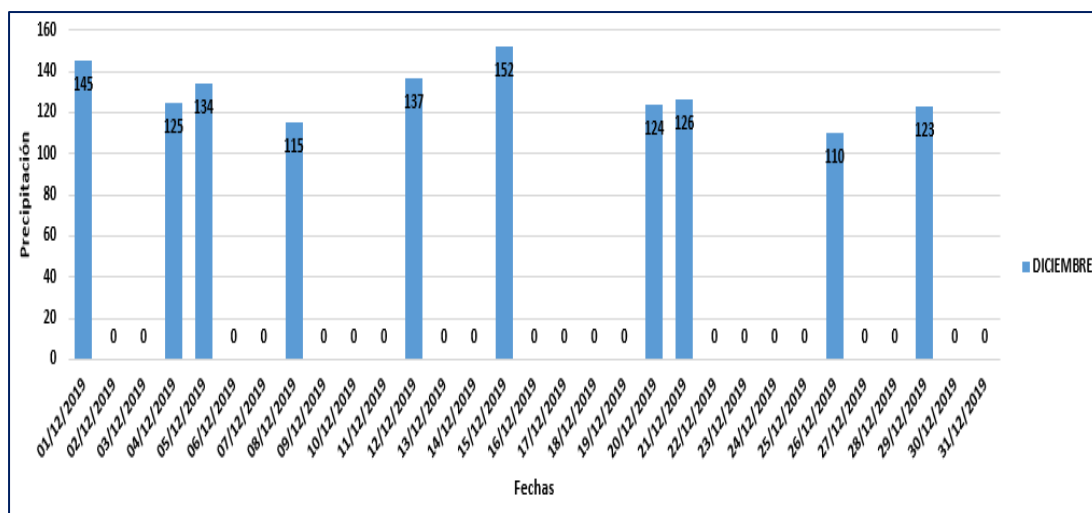
$$Ai = \frac{142 \times 0.9 \times 119.19}{1000} = 15.23 \text{ m}^3$$



**Tabla 14***Precipitación diaria del mes de diciembre.*

MES	FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
DICIEMBRE	01/12/2019	145
	02/12/2019	0
	03/12/2019	0
	04/12/2019	125
	05/12/2019	134
	06/12/2019	0
	07/12/2019	0
	08/12/2019	115
	09/12/2019	0
	10/12/2019	0
	11/12/2019	0
	12/12/2019	137
	13/12/2019	0
	14/12/2019	0
	15/12/2019	152
	16/12/2019	0
	17/12/2019	0
	18/12/2019	0
	19/12/2019	0
	20/12/2019	124
	21/12/2019	126
	22/12/2019	0
	23/12/2019	0
	24/12/2019	0
	25/12/2019	0
	26/12/2019	110
	27/12/2019	0
	28/12/2019	0
	29/12/2019	123
	30/12/2019	0
	31/12/2019	0
	<b>Ppi</b>	<b>129</b>

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 13:** Precipitación diaria del mes de diciembre.

Utilizando la precipitación registrada en el mes de marzo se determinará la oferta hídrica mensual, según la siguiente fórmula:

$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

$$Ai = \frac{129 \times 0.9 \times 119.19}{1000} = 13.84 \text{ m}^3$$

### 3.2 Diseño de sistema de captación de agua pluvial

Se diseñó teniendo en cuenta los criterios de diseño que se encuentra en la “Guía de Diseño para Captación del Agua de Lluvia”.

#### Bases de diseño

Aspectos a tener en cuenta:

Precipitación en la zona. Se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años, e idealmente de los últimos 15 años.

Para el proyecto de tesis se identificó la precipitación de los últimos 10 años en la zona de estudio:

**Tabla 15**

*Registro de precipitación de los últimos diez años en la zona de estudio.*

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2009	204.9	164.0	97.3	167.4	115.1	94.3	58.4	41.9	117.4	108.3	69.4	45.8	1284.2
2010	53.9	184.2	109.4	129.0	144.1	55.5	62.9	33.2	79.0	104.9	123.5	112.6	1192.2
2011	75.2	106.2	288.5	86.2	30.7	44.8	63.2	23.2	79.2	129.5	144.9	225.0	1296.6
2012	150.2	132.4	237.3	166.2	82.5	63.7	34.4	50.9	80.0	137.0	88.2	152.9	1375.7
2013	137.9	105.4	307.8	105.2	117.7	39.7	50.1	138.5	114.5	113.0	88.8	112.6	1431.2
2014	192.4	131.8	255.4	210.3	59.5	73.4	52.1	82.1	62.6	187.6	169.8	172.4	1649.4
2015	145.0	136.6	146.4	98.0	93.6	86.4	64.8	109.4	108.9	119.6	108.7	157.9	1375.3
2016	89.2	125.2	156.8	112.0	175.2	79.4	73.9	91.7	111.4	139.5	127.4	132.9	1414.6
2017	170.7	241.1	103.3	41.5	139.1	33.1	19.4	95.6	104.5	114.0	149.4	95	1306.7
2018	220.6	130.2	150.5	128.9	147.5	32.9	37.8	71.5	55.1	167.4	130.9	179.6	1452.9
PROMEDIO	144	145.71	185.27	124.5	110.5	60.32	51.7	73.8	91.26	132.08	120.1	138.67	
TOTAL PROMEDIO DE 10 AÑOS													1377.88

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI

Por lo tanto, tomando en cuenta los datos pluviométricos de los últimos 10 años se procedió a recolectar los datos de la precipitación de los seis meses de estudio como se detalla en el primer objetivo específico, los datos recolectados por el tesista fueron usados para el diseño de captación de agua pluvial.

Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación.

El material con lo cual está construido la vivienda en estudio para el proyecto de tesis es de calamina metálica

Número de personas beneficiadas

Doce (12) personas

Demanda de agua

El proyecto de tesis está enfocado en usar el agua captada proveniente de las precipitaciones en usos no potables; descargas de sanitarios, limpieza de pisos, lavado de moto lineal.

Según la entrevista realizada a las personas beneficiarias, se llegó a la conclusión que cada beneficiario utiliza el inodoro sanitario por cuatro (4) veces al día, en cuanto a la limpieza

de los pisos lo realizan una vez cada siete (7) días y sobre el lavado de la moto lineal lo realiza una vez cada 15 días.

Para determinar la demanda mensual de cada beneficiario se utilizó los datos registrados en la Tabla 4, “Dotación diaria de agua según sus usos domésticos”; la dotación diaria se calculó mediante la fórmula indicada en el marco teórico que es la siguiente:

$$Di = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000} \quad \dots\dots\dots Ecuación (11)$$

$$Di = \frac{12 \times 31 \times 35}{1000} = 13.02 \text{ m}^3$$

**Nota:** según la Tabla 5, “Dotación diaria de agua según sus usos domésticos” una persona requiere de 35 l/día para la descarga de un inodoro sanitario.

**Interpretación:** la demanda mensual requerida en el mes de marzo es de 13.02 m<sup>3</sup>

La dotación para otros usos no potables (limpieza de pisos y lavado de moto lineal) se determinó con los datos obtenidos en la encuesta realizada a los beneficiarios.

Limpieza de pisos:

Por cada limpieza, según entrevista realizada utilizan 20 litros/vivienda, lo realizan cuatro (4) veces al mes; por lo tanto, la demanda de agua que necesitan para este uso no potable es de 80 litros/mes.

Lavado de moto lineal.

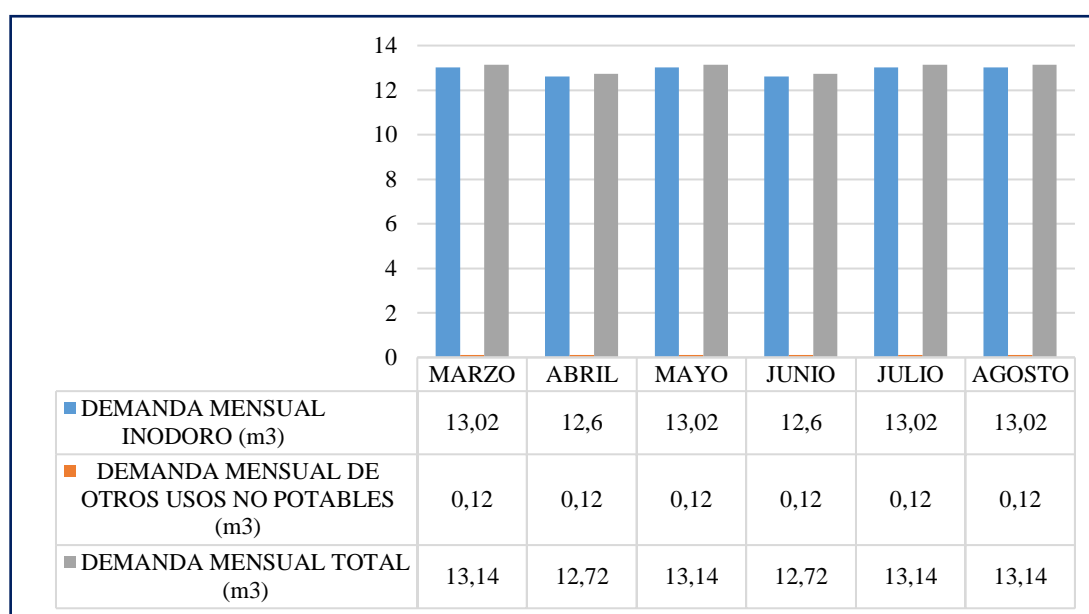
En la entrevista realizada se determinó que solo un beneficiario hace uso de agua de lluvia para lavar su moto lineal, lo realiza una vez cada quince (15) días; es decir dos veces al mes. Los datos de la encuesta indican que necesita 20 litros/lavada, por lo tanto, en dos lavadas consume 40 litros/mes.

En conclusión, la demanda mensual necesaria para los otros usos no potables es de 0.12 m<sup>3</sup>/mes.

**Tabla 16***Demanda mensual de usos no potables para los beneficiarios*

MES	DEMANDA MENSUAL INODORO (m <sup>3</sup> )	DEMANDA MENSUAL DE OTROS USOS NO POTABLES (m <sup>3</sup> )	DEMANDA MENSUAL TOTAL (m <sup>3</sup> )
MARZO	13.02	0.12	13.14
ABRIL	12.60	0.12	12.72
MAYO	13.02	0.12	13.14
JUNIO	12.60	0.12	12.72
JULIO	13.02	0.12	13.14
AGOSTO	13.02	0.12	13.14

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 14:** Demanda mensual de usos no potables para los beneficiarios.

**Interpretación:** Para los meses que cuentan con 31 días la demanda mensual es de 13.14 m<sup>3</sup>, incluyendo la demanda proveniente de otros usos no potables y para los meses que cuentan con 30 días la demanda mensual es de 12.72 m<sup>3</sup> de igual manera incluyendo la demanda de los otros usos no potables.

### Criterios de Diseño

Captación

La sección transversal del techo de la vivienda en estudio tiene dos dimensiones distintas; la cual tendremos distancia uno (a) y distancia dos (b); con estas distancias se determinará el área de captación de la siguiente manera:

Datos:           a = 8.70 m  
                      b = 13.70 m

$A_c = a \times b$

$A_c = 8.70 \text{ m} \times 13.70 \text{ m} = 119.19 \text{ m}^2$

Recolección y conducción

Caudal de diseño que circulará por la canaleta

$$Q_d = \frac{A_r \times I \times C_e}{3600}$$

$$A_r = 0.5 \times A_c$$

$$A_r = 0.5 \times 119.19 \text{ m}^2 = 59.595 \text{ m}^2$$

$$Q_d = \frac{59.595 \text{ m}^2 \times 164 \times 0.9}{3600} = 2.44 \text{ l/s}$$

Para determinar las medidas de la canaleta se tuvo en cuenta la Guía de Diseño para Captación del Agua de Lluvia del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).

Tipo de material de la canaleta: metálica galvanizada (propuesto).

Ancho mínimo de la canaleta será de 75 mm y el máximo 150mm: 100 mm (propuesto).

Las canaletas deben estar fuertemente adosadas a los bordes más bajos del techo: se adosó con soldadura (propuesto).

El techo deberá prolongarse hacia el interior de la canaleta, como mínimo en un 20% del ancho de la canaleta: se prolongó el techo hasta un 30% del ancho de la canaleta.

La distancia que debe haber entre la parte superior de la canaleta y parte más baja del techo debe ser la menor posible para evitar la pérdida de agua: la distancia es de 30mm (propuesto).

La velocidad del agua en las canaletas no deberá ser mayor 1.00 m/s: la velocidad en la canaleta es 0.25 m/s

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.00244 \text{ m}^3/\text{s}}{0.0096 \text{ m}^2} = 0.25 \text{ m/s}$$

Almacenamiento

$$V_i = A_{ai} - D_{ai}$$

**Tabla 17**

*Precipitación promedio mensual, oferta y demanda mensual, demanda y oferta acumulada.*

MES	PRECIPITACIÓN (mm)	OFERTA (m <sup>3</sup> )		DEMANDA (m <sup>3</sup> )		DIFERENCIA (m <sup>3</sup> )
		PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADA	
MARZO	164.87	17.68	17.68	13.14	13.14	4.54
ABRIL	126.00	13.52	31.20	12.72	25.86	5.34
MAYO	73.90	7.93	39.13	13.14	39.00	0.13
JUNIO	63.38	6.80	45.93	12.72	51.72	- 5.79
JULIO	54.17	5.81	51.74	13.14	64.86	- 13.12
AGOSTO	58.00	6.22	57.96	13.14	78.00	- 20.04

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** los datos analizados muestran que en el mes de abril se encuentra la diferencia mayor entre la oferta acumulada y la demanda acumulada, lo cual indica el volumen del tanque de almacenamiento según la fórmula estipulada por el CEPIS.

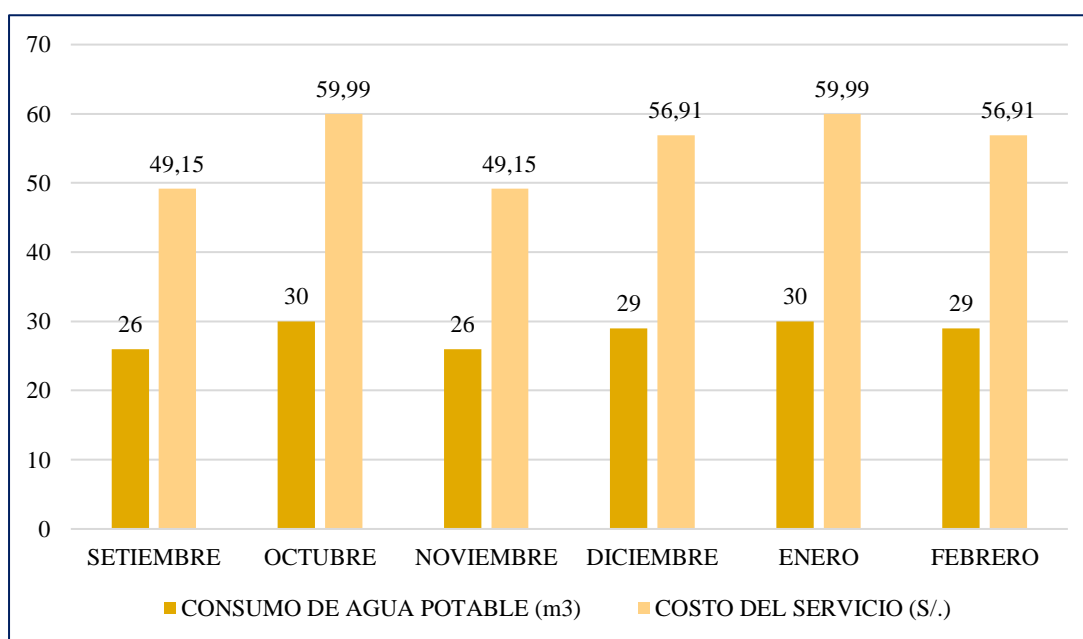
### 3.3 Eficiencia del sistema de captación de agua pluvial, en cuanto a la disminución del consumo de agua potable en una vivienda.

**Tabla 18**

*Consumo de agua potable y el costo por el servicio de los últimos seis (06) meses.*

MES	CONSUMO DE AGUA POTABLE (m <sup>3</sup> )	COSTO DEL SERVICIO (S/.)
SETIEMBRE	26	49.15
OCTUBRE	30	59.99
NOVIEMBRE	26	49.15
DICIEMBRE	29	56.91
ENERO	30	59.99
FEBRERO	29	56.91
<b>TOTAL</b>	<b>170</b>	<b>332.10</b>

Fuente: EPS Moyobamba S.A.



**Gráfico 15:** Consumo de agua potable y el costo por el servicio de los últimos seis meses

**Interpretación:** En la tabla se muestra el consumo de agua potable y el costo de los últimos seis (06) meses de los beneficiarios, llegando a la conclusión que el consumo es de 170 m<sup>3</sup> con un costo de 332.10 soles.

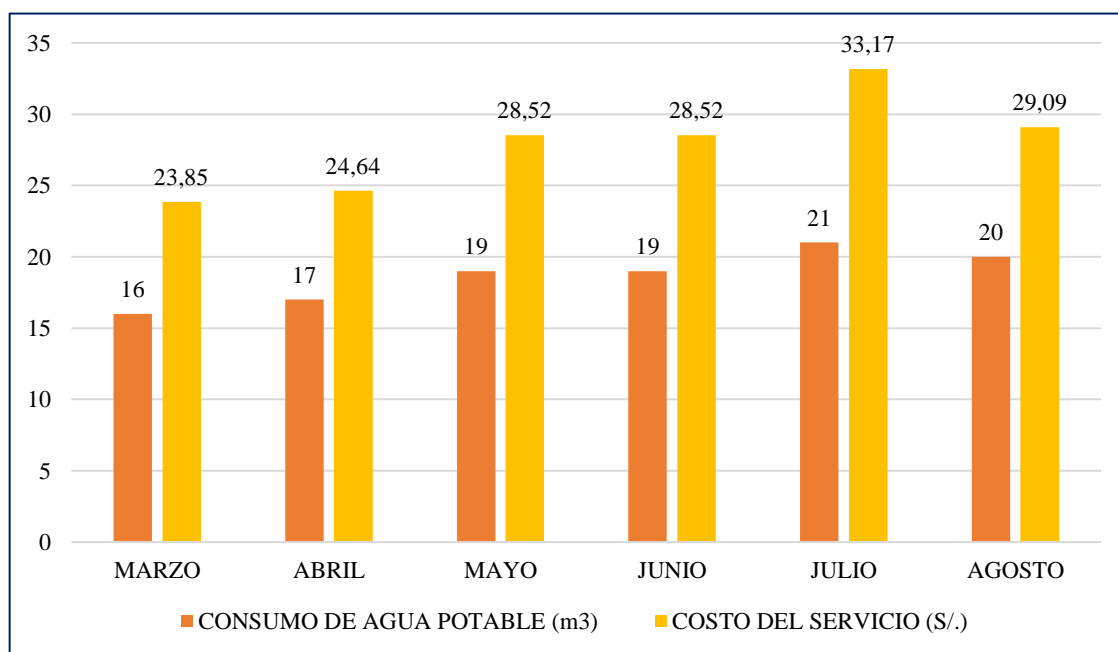


**Tabla 19**

*Consumo de agua potable y el costo por el servicio de los meses en estudio.*

MES	CONSUMO DE AGUA POTABLE (m <sup>3</sup> )	COSTO DEL SERVICIO (S/.)
MARZO	16	23.85
ABRIL	17	24.64
MAYO	19	28.52
JUNIO	19	28.52
JULIO	21	33.17
AGOSTO	20	29.09
<b>TOTAL</b>	<b>112</b>	<b>167.79</b>

Fuente: EPS Moyobamba S.A.



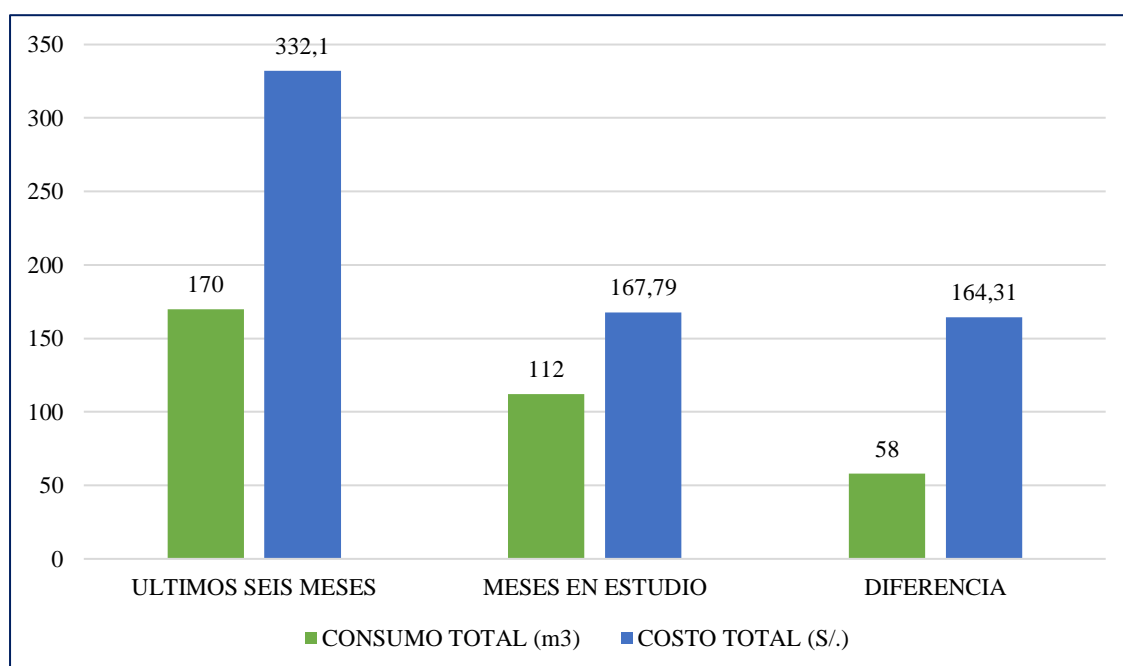
**Gráfico 16:** *Consumo de agua potable y el costo por el servicio de los meses en estudio*

**Interpretación:** En la tabla se muestra el consumo de agua potable y el costo de los seis (06) meses de los beneficiarios, llegando a la conclusión que el consumo es de 112 m<sup>3</sup> con un costo de S/. 167.79 soles.

**Tabla 20***Resumen de ahorro de consumo y costo de agua potable*

	ULTIMOS SEIS MESES	MESES EN ESTUDIO	DIFERENCI A
CONSUMO TOTAL (m <sup>3</sup> )	170	112	<b>58</b>
COSTO TOTAL (S/.)	332.10	167.79	<b>164.31</b>

Fuente. Elaboración propia

**Gráfico 17:** Resumen de ahorro de consumo y costo de agua potable

**Interpretación:** En el estudio realizado se llega a la conclusión que se ahorró 58 m<sup>3</sup> en relación a los últimos seis (06) meses y económicamente se ahorró S/. 164.31 soles de igual manera en relación a los últimos seis (06) meses.

### 3.4 Discusión de resultados

En Lima en el año 2016 con un área de captación de 46 m<sup>2</sup> lograron obtener una potencial de ahorro de agua de 16.10 m<sup>3</sup>; en la presente investigación con un área de captación de 119 m<sup>2</sup> se logró obtener un potencial de ahorro de 58 m<sup>3</sup> del consumo familiar de agua potable.

En Huancayo en el año 2015, se logra abastecer en un 48% de la demanda siendo necesario suplir el 52% con agua potable en la universidad nacional del centro del Perú, en el presente trabajo de investigación se logró abastecer en un 74.30 % de la demanda siendo necesario suplir el 25.70 % con agua potable en la vivienda.

El sistema de captación de agua de lluvia cuenta con un área de captación de 119.19 m<sup>2</sup>; lo cual en los dos primeros meses en estudio abasteció al 100% el consumo de agua del inodoro sanitario, lavado de casa y lavado moto lineal que realizan 12 personas que habitan en la vivienda en estudio.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye diciendo que la oferta hídrica proveniente de las precipitaciones en la ciudad de Moyobamba, en los meses de estudio son: en el mes de marzo 164.87 mm, abril 126 mm, mayo 73.90 mm, junio 63.38 mm, julio 54.17 mm y agosto 58 mm.

El diseño de captación de agua de lluvia se desarrolló teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de la Guía de diseño para Captación del Agua de Lluvia del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS); con el sistema puesto en marcha se obtuvo los siguientes rendimientos por cada mes en estudio; en el mes de marzo con una precipitación de 164.87 mm se captó 17.68 m<sup>3</sup>, en el mes de abril con una precipitación de 126 mm se captó 13.52 m<sup>3</sup>, en mayo con una precipitación de 73.90 mm se captó 7.93 m<sup>3</sup>, en junio con una precipitación de 63.38 mm se captó 6.80 m<sup>3</sup>, en julio con una precipitación 54.17 mm se captó 5.81 m<sup>3</sup> y en el mes de agosto con una precipitación de 58 mm se captó 6.22 m<sup>3</sup>.

La eficiencia del sistema de agua de lluvia es relevante, en relación al consumo de agua potable de los últimos seis meses con los meses en estudio se ahorró 58 m<sup>3</sup> de agua; económicamente se ahorró S/. 164.31 soles, comparando con la tarifa doméstica de la EPS-Moyobamba. El sistema en los meses de marzo y abril abastece al 100% la demanda de agua de las actividades que no requieren de agua potable que realizan en la vivienda.

## **RECOMENDACIONES**

Promover el aprovechamiento sostenible de la oferta hídrica proveniente de las precipitaciones, para que de esa manera se pueda eliminar el déficit de falta de agua en la ciudad de Moyobamba.

Implementar nuevas políticas de estado basadas en el aprovechamiento de agua de lluvia con el propósito de disminuir los costos de operación y mantenimiento de todos los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Realizar nuevas investigaciones basadas en el aprovechamiento de agua de lluvia para usos potables de una vivienda.

Realizar cursos de concientización en la población relacionado al uso sostenible del recurso hídrico proveniente de las precipitaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ARANDA HUARI, Luis Enrique. 2014.** *Diseño del sistema de captación de agua pluvial en techos como alternativa para el ahorro de agua potable en la ciudad de Huancayo 2014.* Puno : UNA - Puno, 2014.

**ÁVILA MORALES , Álvaro. 2013.** *Ecotecnia para captación y reciclaje de aguas pluviales en casas de interés social en Pachuca, Hidalgo.* México : UNAM - Dirección General de Bibliotecas, 2013.

**CEPIS. 2004.** Lima : s.n., 2004, Guía de diseño para captación del agua de lluvia, Vol. 1, pág. 15.

**CHALCO MULLUNI, Fabian Glicerio. 2016.** *Evaluación, análisis y diseño de un sistema de captación de agua de lluvia en viviendas rurales en molino - Juli.* Puno : UNA - Puno, 2016.

**CRUZ CARRANZA, Gumber Josbal. 2014.** *Evaluación del Potencial del Aprovechamiento del Agua de Lluvia en la Facultad de Ecología- UNSM-T, Moyobamba-San Martín- 2014.* Moyobamba : s.n., 2014.

**FACHÍN ARMAS, Karina Ana y PANDURO LABAJOS, Esteban. 2005.** *Evaluación del aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico en Moyobamba - San Martín.* Moyobamba : s.n., 2005.

**GAECIA VILLEGAS, BEATRIZ. 2013.** *Caracterización del agua de lluvia captada en una edificación para su aprovechamiento con fines de sustentabilidad hídrica.* México : s.n., 2013.

**GARCÍA VELÁSQUEZ , Jesús Hiram. 2012.** *Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la cd. de México.* México : s.n., 2012.

**GRÁNDEZ TORRES , Edgar Eli. 2017.** *Diseño de un sistema de captación de aguas pluviales, para el uso doméstico en viviendas del barrio La Florida del distrito de Yurimaguas – provincia de Alto Amazonas– región Loreto.* Tarapoto : s.n., 2017.  
*Guía de diseño para captación del agua de lluvia.*

**GUZMÁN RUIZ, Francisca Sarai. 2014.** *Sistema de captación de aguas pluviales adaptable a casa habitación.* Oaxaca : s.n., 2014.

**HERNÁNDEZ MALCA, Leyning. 2014.** *Sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para el abastecimiento de agua potable en el caserío la Florida, Huasmín, Celendin, Cajamarca.* Cajamarca, universidad privada del norte. Celendín : s.n., 2014. págs. 18, 19, Tesis.

**LEÓN ROMERO, Luis Martín. 2016.** *Aprovechamiento sostenible de recursos hídricos pluviales en zonas residenciales, Lima 2016.* Lima : s.n., 2016.

**PALACIO CASTAÑEDA, Natalia. 2010.** *Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa maría auxiliadora de Caldas, Antioquia.* Medellín : Universidad de Antioquia - Escuela Ambiental, 2010.

**PNUMA, 2009.** *Manual sobre Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para Uso Doméstico y Consumo Humano;* Colpos 1, México

**VILLÓN BÉJAR , Máximo. 2011.** *Hidrología.* Cartago - Costa Rica : Tecnológica de Costa Rica, 2011. ISBN 9977-66-159-6.

**ANEXOS**



**PRESUPUESTO:**

Descripción Bienes	Unid.	Cant.	Precio Unitario (Referencial)	Precio Total (Referencial)
Tanque Rotoplast (1100 lt)	Und	1	450	450
Tubería PVC de 3"	Und	5	17	85
Tubería PVC de 1"	Und	2	10	20
Tubería PVC de ½"	Und	2	8	16
Codo de 3"x90°	Und	2	5	10
Codo de 1"x90°	Und	4	3	12
Codo de ½"x90°	Und	8	1	8
Tee de 3"	Und	2	5	10
Tee de ½"	Und	2	1	2
Válvula de control	Und	4	8	32
Pileta	Und	2	10	20
Pegamento	Und	2	8	16
Teflón	Und	4	1	4
Soportes	Und	10	4	40
Madera	m <sup>2</sup>	10	18	180
Cemento	Bls	4	23.5	94
Acero corrugado de ½"	Kg	96	3.1	297.6
Acero corrugado de 6 mm.	Kg	20	1.25	25
Alambre N° 16	Kg	5	5	25
Clavo de 3"	Kg	5	5	25
Piedra chancada	m <sup>3</sup>	1	80	80
Arena fina	m <sup>3</sup>	0.5	50	25
Op. Const. Civil	Hh	40	8	320
Tec. Inst. Sanit.	Hh	8	8	64
<b>SUB TOTAL (soles)</b>				<b>1860.6</b>

**ENTREVISTA:**

1. ¿Cuántas personas habitan en la vivienda?

2. ¿Usa algún sistema de ahorro en su Inodoro Sanitario?

Si

No

3. ¿Cuántas veces usa el Inodoro Sanitario en el día, en promedio?

4. ¿Sabe usted cuantos litros de agua utiliza en una descarga al Inodoro Sanitario?

5. ¿Cuántas veces al día realizan en su hogar cada una de estas actividades?

Actividades	Frecuencia de actividades				
	Diaria	Interdiaría	Una vez a la semana	Dos veces al mes	Una vez al mes
Lavado de Piso					
Lavado de Moto					

6. ¿Cuántos Litros de agua utiliza para realizar estas actividades?

Actividades	Litros
Lavado de Piso	
Lavado de Moto	

## Panel Fotográfico



*Fotografía 1:* Canaleta de recolección de Agua de Lluvia



*Fotografía 2:* Tubería de Conducción de Agua de Lluvia.



**Fotografía 3:** Unión de Recolección de Agua de Lluvia



**Fotografía 4:** Instalación del Tanque (1100 l) de Almacenamiento de Agua de Lluvia



**Fotografía 5:** Distribución del Agua de Lluvia



**Fotografía 6:** Conexión de la Tubería al Inodoro Sanitario



**Fotografía 7:** Instalación de pileta

MAPA 01: Zona de estudio




**EPS MOYOBAMBA S.A.**

 CAL. SAN LUCAS 529  
 Rev. 2012/10/12

 Código : 30868  
 Catastro : 001 001 004 0305 3550 01  
 Usuario : GUEVARA CORONEL PRESENTA 06-1800  
 Dirección : JR. EL DORADO  
 Nro. Dirc : CDA.03  
 Urb/Aso/AH : Dist. Prov Mybba - San Martin  
 Categoría : 012 DOMESTICO  
 Est. Servicio : OPERATIVO CON SERVICIO-ACTIVO  
 Ruta Lectura : 410 Nro.Orden : 111

**TARJETA DE LECTURAS**

KATY

 Página : 1 de 3  
 Fecha : 14 / 11 / 2019  
 Hora : 12:30:20

## Datos del medidor

 Nro Medidor: 6452340  
 Diametro Medidor: 1/2IN - 15MM  
 Tipo Medidor: CHORRO UNICO 1/2in  
 Marca Medidor: ZENNER  
 Capacidad Medidor:  
 Tipo promedio: 0-Medido

## Datos de la conexión de agua

 Diametro: 1/2IN - 15MM  
 Material Tubo: PVC  
 Localiza caja: ADELANTE  
 Pavimentación:  
 Tipo corte:  
 Estado Conexión: MEDIDOR  
 Llaves Medidor: ANTES Y DESPUES

## Vereda:

 Fecha Instal.: 01/01/1990 00:00:00  
 Caja: CONCRETO  
 Estado Caja: BUEN ESTADO  
 Tapa: FIERRO FUNDIDO  
 Estado tapa: BUEN ESTADO  
 Fugas: NO HAY

Fecha Instalación: 24/07/2015 00:00:00

Fecha de Retiro:

Fecha de Reinstalación:

Fecha Contrastación en Laboratorio:

Fecha Contrastación en Campo:

Resultado de la Contrastación:

Mes/año	Fecha Lectura	Lect.Ant.	Lect.Ult.	Consumo	Cons.Fact	Cons.Reba	Promedio	TP	ES	Nro. Medidor	Agua	Desague	Estado Lectura	Estado Medidor	Lct	Observacion
Nov-2019	15/10/2019 15:03:4	777	794	17	17		25 0			6452340	24 64	6 72	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Oct-2019	16/09/2019 11:26:0	978	997	19	19		22 0			6452340	28 52	7 78	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Set-2019	15/08/2019 11:57:1	1046	1071	25	25		22 0			6452340	45 97	12 54	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Ago-2019	16/07/2019 13:11:1	645	666	21	21		18 0			6452340	32 17	8 79	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Jul-2019	19/06/2019 12:35:5	997	1023	26	26		21 0			6452340	49 15	13 40	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Jun-2019	15/05/2019 10:42:1	978	997	19	19		22 0			6452340	28 52	7 78	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
May-2019	16/04/2019 12:02:1	777	794	17	17		25 0			6452340	24 64	6 72	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Abr-2019	15/03/2019 13:53:2	941	957	16	16		22 0			6452340	23 85	6 50	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Mar-2019	18/02/2019 13:34:1	912	941	29	29		20 0			6452340	56 91	15 52	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Feb-2019	15/01/2019 13:34:5	692	722	30	30		21 0			6452340	59 99	16 36	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Ene-2019	15/12/2018 12:03:5	869	889	20	20		19 0			6452340	29 16	7 95	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Dic-2018	15/11/2018 12:17:4	847	869	22	22		21 0			6452340	35 33	9 63	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Nov-2018	15/10/2018 12:27:4	692	722	30	30		21 0			6452340	59 99	16 36	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Oct-2018	15/09/2018 12:00:3	812	829	17	17		24 0			6452340	24 64	6 72	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Set-2018	15/08/2018 13:01:5	794	812	18	18		25 0			6452340	26 15	7 13	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Ago-2018	16/07/2018 00:00:0	777	794	17	17		25 0			6452340	24 64	6 72	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	001	
Jul-2018	15/06/2018 00:00:0	755	777	22	22		25 0			6452340	35 33	9 63	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	001	
Jun-2018	15/05/2018 00:00:0	722	755	33	33		23 0			6452340	69 24	18 88	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
May-2018	15/04/2018 00:00:0	692	722	30	30		21 0			6452340	59 99	16 36	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Abr-2018	15/03/2018 00:00:0	666	692	26	26		19 0			6452340	47 55	12 99	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Mar-2018	15/02/2018 00:00:0	645	666	21	21		18 0			6452340	32 17	8 79	LECTURA NORMAL	BUENA CONDICION	003	
Feb-2018	15/01/2018 00:00:0	625	645	20	20		20 0			6452340	29 09	7 95				
Ene-2018	15/12/2017 00:00:0	605	625	20	20		20 0			6452340	29 09	7 95				
Dic-2017	15/11/2017 00:00:0	587	605	18	18		18 0			6452340	26 08	7 13				
Nov-2017	16/10/2017 00:00:0	568	587	19	19		19 0			6452340	27 59	7 54				
Oct-2017	15/09/2017 00:00:0	553	568	15	15		15 0			6452340	21 57	5 89				
Set-2017	15/08/2017 00:00:0	536	553	17	17		17 0			6452340	24 58	6 72				
Ago-2017	15/07/2017 00:00:0	517	536	19	19		19 0			6452340	27 10	7 54				





ORGANISMO TÉCNICO  
DE LA ADMINISTRACIÓN  
DE LOS SERVICIOS  
DE SANEAMIENTO

**SUMINISTRO  
30868**

Facturación: **ABRIL-2019**

**EPS MOYOBAMBA  
S.A.**



**RUC: 20162275012  
CAL. SAN LUCAS C - 1  
URB. VISTA ALEGRE**

GUEVARA CORONEL PRESENTA 06-1800

Direc: JR. EL DORADO Nro. CDA.03

RUC/DNI:

REFER.:

Nº RECIBO: 101- 1923755

CÓD. CATAS.: 001 - 004 - 0305 - 3550 - 01

Ruta: 410

Secu.: 111

Ciclo: 001

HORARIO DE ABASTECIMIENTO: 00:00 - 23:59 Horas

7968



**DATOS DE FACTURACIÓN**

Servicios Prestados: - Agua y Desague

Categoría: 1 Dom

Actividad: VIVIENDA

Medidor: 6452340

Lectura Actual: 957 Fecha: 15/03/2019

Lectura Anterior: 941 Fecha: 18/02/2019

Diferencia de Lecturas: 16

Consumo Facturado: 16

Modalidad de Facturación: MEDIDO

Incidencia de Lectura:

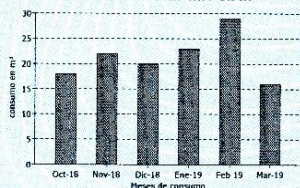
**DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS FACTURADOS**

Agua Potable	23.85
Desague	6.50
Cargo Fijo	1.81

Redondeo Anterior	0.01
Redondeo Actual	0.03
<b>Total Mes S/</b>	<b>32.20</b>

**HISTÓRICO DE CONSUMOS**

Estadística de consumo en m<sup>3</sup>



**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*32.20**

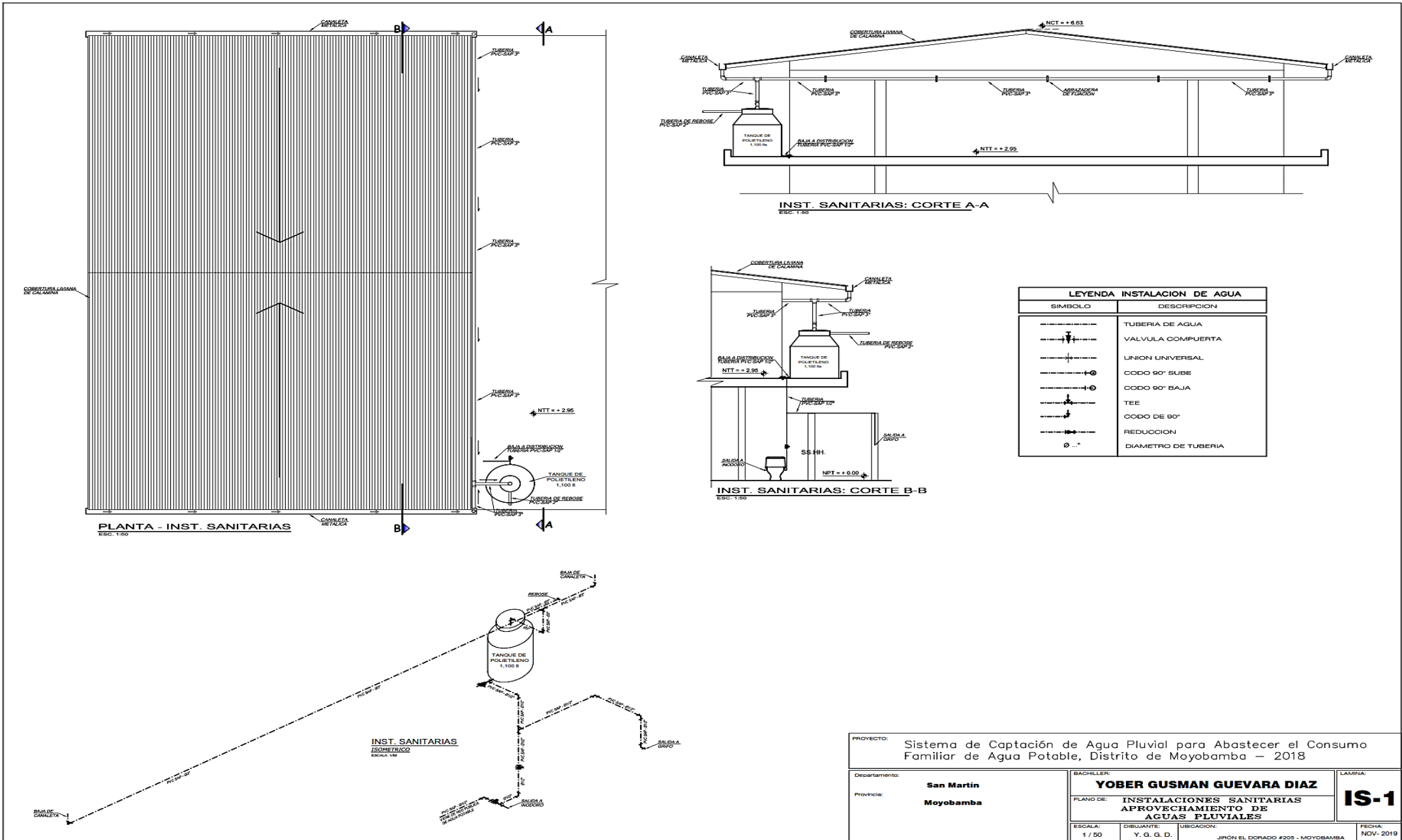
**FECHA DE EMISIÓN: 06/04/2019**

**FECHA DE VENCIMIENTO: 29/04/2019**

**MENSAJE AL CLIENTE**

El uso responsable y cuidadoso del agua permite que más usuarios tengan acceso y disfruten de éste elemental servicio.

# PLANO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL



LEYENDA INSTALACION DE AGUA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE AGUA
	VALVULA COMPUERTA
	UNION UNIVERSAL
	CODO 90° SUBE
	CODO 90° BAJA
	TEE
	CODO DE 90°
	REDUCCION
	DIAMETRO DE TUBERIA

PROYECTO: Sistema de Captación de Agua Pluvial para Abastecer el Consumo Familiar de Agua Potable, Distrito de Moyobamba – 2018			
Departamento: <b>San Martín</b>	BACHILLER: <b>YOPER GUSMAN GUEVARA DIAZ</b>	LAMINA: <b>IS-1</b>	
Provincia: <b>Moyobamba</b>	PLANO DE: <b>INSTALACIONES SANITARIAS APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES</b>		
ESCALA: 1 / 50	DIBUJANTE: Y. G. G. D.	UBICACION: JIRON EL DORADO #205 - MOYOBAMBA	FECHA: NOV- 2019