



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Estimación del volumen potencial y calidad de agua pluvial para  
su aprovechamiento en la Institución Educativa N°70568,  
microcuenca Laguna de Chacas, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Challapa Pampa, Luis Marol (ORCID: 0000-0002-8313-8544)

**ASESOR:**

Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (ORCID: 0000-0002-0803-1261)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mi madre Hipólita Helena y mi hermana Yuseide Kaline, por el apoyo incondicional en los buenos y malos momentos. Ellas dos mujeres me enseñaron a sobrellevar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni caer en el intento. Me dieron todo lo que soy, mis principios, valores, perseverancia y compromiso, todo con mucho amor y nunca pidiendo nada a cambio.

## **Agradecimientos**

A la Universidad César Vallejo por ser parte del proceso de titulación como ingeniero ambiental.

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez por permitirme pertenecer a su casa de estudios y crecer profesionalmente

A mis docentes por brindarme sus conocimientos y experiencias profesionales y al Ing. Javier Bojórquez gandarilla por el apoyo profesional.

Agradecerle también a mi familia por ser pacientes y brindarme el apoyo en este proceso como meta profesional

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	17
3.2. Variables y Operacionalización: .....	17
3.3. Población, muestra y muestreo .....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	20
3.5. Procedimientos .....	21
3.6. Método de análisis de datos .....	23
3.7. Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN.....	41
VI. CONCLUSIONES .....	44
VII. RECOMENDACIONES .....	45
REFERENCIAS .....	46
ANEXOS.....	51

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Coeficiente de escorrentía .....	13
<b>Tabla 2:</b> Parámetros físico- químico para consumo humano .....	14
<b>Tabla 3:</b> Ubicación de la estación meteorológica de Lampa. ....	24
<b>Tabla 4:</b> Precipitación promedio mensual en mm, de la Estación Meteorológica Lampa – periodo 2012 al 2021. ....	28
<b>Tabla 5:</b> Precipitación neta anual .....	29
<b>Tabla 6:</b> Dotación de agua según actividades en la institución educativa.....	32
<b>Tabla 7:</b> Demanda diaria de agua por persona en la institución educativa N°70568 .....	32
<b>Tabla 8:</b> Resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua pluvial ....	33
<b>Tabla 9:</b> Comparación de valores de la muestra 3 con los ECA D.S. N° 004-2017-MINAM .....	34
<b>Tabla 10:</b> Presupuesto total del sistema de captación de agua pluvial.....	36

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1:</b> Mapa de ubicación geográfica de la institución educativa N°70568 .....	19
<b>Figura 2:</b> Flujograma del procedimiento de la investigación .....	21
<b>Figura 3:</b> Curva del promedio de precipitaciones periodo 2012 al 2021 .....	29
<b>Figura 4:</b> Dimensiones del techo para la captación de agua pluvial .....	30
<b>Figura 5:</b> Materiales y equipos para el sistema de captación de agua pluvial .....	36
<b>Figura 6:</b> Limpieza del terreno para la cama de arena. ....	37
<b>Figura 7:</b> Encofrado del muro de contención.....	37
<b>Figura 8:</b> Muro de contención.....	38
<b>Figura 9:</b> Cama de arena como base de infiltración del agua. ....	38
<b>Figura 10:</b> Interceptor de primeras aguas .....	39
<b>Figura 11:</b> Sistema de captación de agua pluvial en la institución educativa N°70568....	40

## Resumen

La presente tesis titulada Estimación del volumen potencial y calidad de agua pluvial para su aprovechamiento en la Institución Educativa N°70568, microcuenca laguna de Chacas, 2022, determinó el volumen potencial y calidad de agua pluvial en el centro educativo, aplicando una ficha de evaluación de infraestructura también se procesaron los datos de precipitación mensual del periodo 2012 al 2021 de la estación meteorológica de Lampa, como resultados se obtuvo una precipitación multianual de 691.65mm y una oferta hídrica de 112 m<sup>3</sup> anual, con un área de captación de 161.92 m<sup>2</sup>, se implementó el sistema de captación de agua pluvial en la institución educativa en donde se aplicó una dosificación de cloro al agua almacenada para una potabilización, obteniendo un agua que cumple con las normas vigentes para consumo humano, finalmente se concluye que la dotación diaria por persona es de 20 litros y para todo el año escolar se necesita 25.76 m<sup>3</sup>, pero la oferta hídrica que se puede captar es de 56 m<sup>3</sup> anual solo utilizando la mitad del techo, también es necesario que se implemente un sistema de cloración por difusión para preservar su calidad.

**Palabras clave:** Precipitación, dotación, captación.

## **Abstract**

This thesis entitled Estimation of the potential volume and quality of rainwater for its use in the Educational Institution No. 70568, Laguna de Chacas micro-basin, 2022, determined the potential volume and quality of rainwater in the educational center, applying an evaluation sheet of infrastructure, the monthly precipitation data from the period 2012 to 2021 of the Lampa meteorological station were also processed, as a result, a multi-annual precipitation of 691.65mm and a water supply of 112 m<sup>3</sup> per year were obtained, with a catchment area of 161.92 m<sup>2</sup>, The rainwater harvesting system was implemented in the educational institution where a dosage of chlorine was applied to the stored water for purification, obtaining water that complies with current standards for human consumption, finally it is concluded that the daily provision per person is 20 liters and for the entire school year 25.76 m<sup>3</sup> are needed, but the water supply that can be captured is 56 m<sup>3</sup> per year only using half of the roof, it is also necessary to implement a diffusion chlorination system to preserve its quality.

**Keywords:** Precipitation, endowment, catchment.



## I. INTRODUCCIÓN

Ahora, a nivel mundial se ve afectado por una pandemia, que ha afectado directamente el consumo de agua, donde la limpieza y la desinfección es una prioridad, lo que nos hace reflexionar sobre la importancia del agua y conservar los recursos hídricos, (CEPAL, 2020, p. 1).

Debido al alto nivel de contagios por el Covid-19, contar con un agua optima es necesario para combatir la pandemia, y el lavado de manos se ha convertido en una de las actividades más efectivas para frenar las tasas de infección. En este sentido, es importante resaltar que un cuarto de la población de América Latina y el Caribe no tiene acceso a suficiente agua potable y el 58% de la zona rural no tiene acceso a un agua de calidad para consumo humano, (CEPAL 2020, p. 1).

El Perú tiene una biodiversidad inigualable y una gran diversidad climática, con 27 de las 32 zonas climáticas del mundo, además cuenta con tres cuencas hidrográficas: el Atlántico con 97,3%, el Pacífico con 2,2 % y el Lago Titicaca con 0,5 % de agua disponible para la población del país. Por otro lado, los cambios climáticos alteran el tiempo de recarga de los cuerpos hídricos como lagunas, ríos, aguas subterráneas, etc. como los que encontramos algunos de ellos en el departamento de Puno, siendo las únicas fuentes de agua para el aprovechamiento en las zonas rurales, cada año la escasez y contaminación de agua es más notoria y su tratamiento para contar con un agua óptimo para consumo humano tiene un alto costo. (ANA, 2012, p. 55)

Alrededor de un tercio del agua de lluvia es lo que se puede reutilizar y/o reciclar, y el resto de la precipitación continúa siguiendo el ciclo hidrológico. Esta cantidad captada se puede utilizar para diversas aplicaciones (Besada 2019, p. 3).

Hoy en día y a lo largo de los años, hablar de infraestructuras ecológicas o sostenibles se ha vuelto cada vez más relevante y es considerado por algunos países del mundo como un medio para promover el desarrollo. La explosión demográfica, la rápida urbanización, y el cambio climático amenazan la seguridad

hídrica en todo el mundo, y una técnica innovadora para abordar este problema es la aplicación de tecnologías para el aprovechamiento de agua pluvial. Una de las tecnologías son los sistemas de captación de agua pluvial que están tomando mayor importancia como prácticas sostenibles de gestión del agua. Las necesidades actuales de agua de una organización pueden satisfacerse por completo con aguas pluviales e incluso generar beneficios económicos (Salinas Jorge 2021, p. 23).

Por su parte, en el área de estudio de la microcuenca de la Laguna de Chacas existen 6 instituciones educativas entre los niveles de inicial y primaria, estas están ubicadas en la zona rural, y gran parte de la población incluyendo los centros educativos y centros de salud no tienen servicios básicos de agua potable y drenaje que brindan las empresas prestadoras de servicios (EPS), por lo que se abastecen por medio de pozos tubulares y pozos artesanales e intrusos otros utilizan el agua de los riachuelos que desembocan en la laguna, por lo que son aprovechados directamente por los estudiantes sin realizar un tratamiento o desinfección previo al consumo, por lo que afecta directamente a la salud de los alumnos y profesores cuando realizan la preparación de sus alimentos diarios e incluso para su aseo personal.

El trabajo de investigación aportará en brindar una alternativa viable sobre la problemática de la escasez o contaminación del agua a través de un sistema de captación de agua pluvial, además se tratará de cumplir con los objetivos propuestos por el investigador con el propósito de diseñar e implementar dicho sistema, la cual se basará en un diseño apropiado de acuerdo con las condiciones de la zona de estudio y la población. También se realizará la viabilidad del costo y beneficio del sistema de captación de agua pluvial, además promover el desarrollo social y cultural con tecnologías sostenibles en gestión del agua.

El problema general que se planteó en el estudio fue: ¿Cuál es el volumen potencial y calidad de agua pluvial para su aprovechamiento en la institución educativa N°70568, microcuenca laguna de chacas, 2022?; así mismo se planteó cuatro problemas específicos:

- **PE1:** ¿Cuál es la precipitación total mensual de los últimos 10 años en la microcuenca Laguna de Chacas, 2022?;
- **PE2:** ¿Cuál es el área de captación útil de agua pluvial en la institución educativa N°70568, microcuenca laguna de chacas, 2022?;
- **PE3:** ¿Qué características física-química y biológica tienen las precipitaciones en la institución educativa N°70568, microcuenca Laguna de Chacas, 2022?;
- **PE4:** ¿Qué diseño puede adaptarse para la captación y aprovechamiento de agua pluvial en la institución educativa N°70568, microcuenca Laguna de Chacas, 2022?

El presente proyecto de investigación tiene la siguiente justificación de estudio:

La investigación propone en aportar información sobre el aprovechamiento de las precipitaciones y la realidad problemática del lugar de investigación, cuyas condiciones se encuentra en diferentes zonas rurales del país. Donde se demostrará la captación del agua pluvial que se pueda aprovechar mediante los techos de las infraestructuras y así disponer el agua para sus actividades, aplicando sistemas de captación de agua de lluvia existentes en diferentes países desarrollados.

El trabajo de investigación propone calcular la cantidad de agua de lluvia que se pueda captar mediante los techos de las infraestructuras de la institución educativa con relación a las precipitaciones en la microcuenca y además conocer la calidad del agua pluvial captada, con el fin de brindar una mejor calidad de vida a los estudiantes y profesores de la institución educativa.

Esta investigación opta en aprovechar las precipitaciones como fuente principal en el abastecimiento de agua en la zona investigada y también conllevan a no depender de instituciones terceras que brindan el servicio de agua potable en el que se estima un ahorro significativo, ya que el agua potable es caracterizada por ser un servicio que genera gastos económicos.

Como objetivo general se propuso lo siguiente: Determinar el volumen potencial y calidad de agua pluvial para su aprovechamiento en la institución educativa N°70568, microcuenca Laguna de Chacas, 2022. También se planteó como Objetivos específicos los siguientes:

- **OE1:** Determinar la precipitación total mensual de los últimos 10 años en la microcuenca de la Laguna de Chacas, 2022.
- **OE2:** Calcular el área de captación útil de agua pluvial en la Institución Educativa N°70568 de la microcuenca Laguna de Chacas, 2022.
- **OE3:** Analizar las características físicas, químicas y biológicas de las precipitaciones en la institución educativa N°70568 de la microcuenca Laguna de Chacas, 2022.
- **OE4:** Diseñar un sistema de captación de agua pluvial para su aprovechamiento en la Institución Educativa N°70568 de la microcuenca Laguna de Chacas, 2022.

Con respecto a la Hipótesis según (Feinsinger, 2014, pag.3) indica que en su artículo sobre la metodología aplicada y básica, que en estudios con metodología descriptiva como la aplicada en su mayoría de casos no lleva la parte de hipótesis por que el investigador que realiza este tipos de investigación plantea una pregunta de investigación en el que sus resultados obtenidos no se correlacionan ni se compara con sus variables propuestas, también indica que sus resultados deben ser claros y que por si solo respondan a las preguntas propuestos por el investigador. A partir de lo mencionado el presente trabajo de investigación no lleva la parte de hipótesis y como consecuencia no se realizó la contrastación de hipótesis por un análisis estadístico como el spss,

## II. MARCO TEÓRICO

El actual trabajo de investigación lo respalda los siguientes antecedentes.

Para (Posadas 2015, p. 4) como objetivo en su tesis es: diseñar un sistema de captación de agua pluvial, y un sistema de tratamiento de aguas grises para su reutilización dentro de una vivienda unifamiliar, donde realizó un análisis volumétrico de las precipitaciones con diferentes áreas y demandas de agua, así mismo realizó una caracterización fisicoquímica donde se aplicó una filtración lenta con arena y para el tratamiento de aguas grises aplicó una filtración con grava y arena, terminando con el filtro de carbón activado, donde se consideró las condiciones climatológicas del sitio de estudio, el área de captación y la demanda de agua potable de una vivienda unifamiliar de clase social media, como resultado se obtuvo que es posible ahorrar anualmente un 49% de agua potable utilizando los sistemas de captación de agua pluvial, donde también obtuvieron que el agua pluvial tiene un pH de 5.1, conductividad eléctrica de 6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , turbiedad de 3.2 UNT, coliformes totales y fecales de 1030 y 90 respectivamente, los resultados fueron captados en la salida de los tanques de almacenamiento y el tipo de material del techo fue de concreto.

Según (Pérez y Quispe 2017, p. 15), tuvo como objetivo generar información sobre la estimación del volumen de agua superficial de los ríos Totare y Coello en el municipio de Ibagué. Empleando un modelo hidrológico Disapro I, fundado en respuestas hidrológicas homogéneas y que se plantea generar matemáticamente la transformación de precipitación en escorrentía, para ello se utilizó el Satélite Landsat 5 y 8. Teniendo como resultado un caudal promedio de 37.0  $\text{m}^3/\text{s}$  para el río Coello y para el río Totare de 17  $\text{m}^3/\text{s}$ , además tiene una confiabilidad de 95% y 75% respectivamente, como conclusión el modelo hidrológico Disapro I es aceptable a las condiciones normales por que tuvieron resultados de volúmenes de agua altamente confiables para el periodo 1981-2015.

Según (Canaza 2021, p. 20), propone evaluar las precipitaciones pluviales para satisfacer las necesidades de la institución educativa N°758, donde calculo el promedio de las precipitaciones desde el año 2008 al 2018, también evaluó la calidad del agua pluvial realizando cuatro análisis obteniendo los siguientes resultados Conductividad eléctrica 4.42  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH 7.43, Plomo 0.0476 mg/l Turbidez 10.33 UNT, Coliformes fecales 3 NMP/100 ml y Coliformes totales 252.50 NMP/100ml. Así mismo la precipitación útil fue de 496.10mm y un área de captación de 360.65m<sup>2</sup>, concluyendo que, si satisface el sistema de captación de agua de lluvia propuesto con la demanda de agua, en cual no será para consumo humano.

Según (Manrique et al. 2009, p. 1), El estudio se desarrolló en el establecimiento lechero de la Universidad Ciego de Ávila a partir del registro histórico de precipitaciones de los últimos 28 años en los que se realizó análisis de frecuencia y consistencia; así como calcular estadísticas básicas, probabilidades empíricas, descarga de agua de lluvia, área de captación y almacenamiento. Los resultados sugieren que los datos de precipitación se pueden usar de manera segura para evaluar el uso potencial en los sistemas de recolección de agua de lluvia. Se determina la precipitación de diseño de 240.10 mm para la temporada de mayor escasez de agua, en la cual el valor promedio es de 41 mm, teniendo una probabilidad del 70%. Y como resultado se tiene un volumen de captación de agua de lluvia entre 4 y 13 m<sup>3</sup> para la época seca, además que se pretende para el uso doméstico de ganado.

Según (Hernández, Vélez y Garduño 2017, p. 6), el trabajo se desarrolló en la ciudad de San Miguel Tulancingo, en donde 500 personas utilizaban una dotación diaria de 50 L por día para sus actividades diarias. Con el objetivo de diseñar un sistema de reutilización de agua pluvial para proveer calidad, cantidad y agua continua a los residentes de la ciudad. El diseño del sistema incluye: ubicación del sistema, cálculo de la demanda de agua, precipitación, área de captación efectiva, diámetro de tuberías, volumen de sumidero, almacenamiento y energía solar. Como resultado se tuvo una precipitación de

544.7 mm y en el análisis del agua cumplía todos los parámetros según la NOM-127-SSA1-1994 con excepción de la turbiedad que salió 15 UNT, aluminio 3.65mg/l, mercurio 0.003 mg/l, para la purificación del agua se aplicó filtro de carbón activado, rayos ultravioleta, filtros de tamiz, ozono y filtros pulidores, además se aplicó una decantación de las partículas finas, luego es bombeado a un dosificador de cloro para luego ser almacenado en un tanque de 5 000 L de capacidad y finalmente es conectado a la red principal de distribución de agua.

Según (Hernández y Tobías , 2019, p. 34) plantea crear un prototipo que incluyera la captación de agua de lluvia eficiente y un mejor comportamiento térmico, como procedimiento el tipo investigación es aplicada con enfoque cuantitativo, donde se aplicó tres modelos experimentales con variación de la pendiente y aplicación del techo escudo para estudiar el comportamiento interno y la capacidad de captación, se ha demostrado que el sistema de captación de agua de lluvia combinado con el techo escudo alcanza una mayor captación de agua pluviales y teniendo un mejor comportamiento térmico.

Según (Aguilar y Carreón 2018, p. 1), plantea analizar la viabilidad de un sistema de captación de agua pluvial en la escuela superior de Guanajuato, donde trabajan 5 personas y su dotación diaria es de 25 litros al día, teniendo un área de 110m<sup>2</sup>, donde aplicó cálculos de precipitación promedio anual con distribución mensual, Cálculo del Volumen Anual Promedio de captación y Cálculo de la Demanda Anual con Distribución Mensual, teniendo como resultado que el volumen máximo es de 16.9 m<sup>3</sup> y el mínimo de -3.0 m<sup>3</sup>, donde es necesario que el volumen del tanque de almacenamiento sea de 20 m<sup>3</sup>, en el cual determina que es viable la implementación de un sistema de captación de agua de lluvia para la escuela superior de Guanajuato, también propone que sea utilizado para los meses de baja precipitación.

Según (Quintero , Vargas y Sanabria 2017, p. 2),, plantea en usar la pasteurización y la fotocátalisis heterogénea como medio de desinfección para un sistema de captación de agua pluvial, la técnica de fotocátalisis

heterogénea utiliza como catalizador dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) y la pasteurización como medio de recirculación del agua, como resultados obtuvieron una efectividad de remoción del 100 % en coliformes totales y 60 % en la remoción de turbiedad, donde se concluyó que el uso del agua tratada se puede utilizar en diferentes actividades complementarias, más no para el consumo humano.

Según (Salinas 2021, p. 9), busca proponer y diseñar una alternativa capaz de aprovechar aguas pluviales, y que sea factible su implementación en las viviendas. En el cual se analizó la información de las precipitaciones de la estación meteorológica, y se propuso una vivienda promedio, para el diseño del sistema de captación se aplicaron las teorías y normas establecidos por el reglamento de edificaciones. Como resultado indican que la precipitación anual fue 638.48 mm, y la dotación de 162.15 lt/día, alcanzando un ahorro anualmente de 29.5 m<sup>3</sup> en una vivienda. Asimismo, el costo de implementación es de 4.587.26 % del costo total de inversión en la construcción de viviendas económicas, por lo que se puede decir que esta es una solución muy factible.

Para (Hidalgo y Trigozo, (2020, p. 7), se plantea diseñar un sistema de captación de aguas pluviales aplicando un filtro de carbón activado para mejorar el tratamiento de aguas pluviales en viviendas unifamiliares y establecer si el uso de un sistema de captación de aguas pluviales minimiza o no la dotación de agua potable de la red de distribución de agua. Se analizará antes y después la calidad del agua pluvial con el filtro de carbón activado, donde se aplicará 3 períodos de filtrados, el primer filtro se constituye de arena grava y fina, el segundo tratamiento es el uso del cloro y por último el filtro con el carbón activado, como resultado se logró potabilizar el agua de lluvia con el filtro de carbón activado teniendo un pH de 7.02, 128.0 µs/cm, cloro 0.5meq/l y plomo 0.01 estos resultados fueron comparados con el D.S. N°031-2010-SA y además al aplicar el sistema se puede ahorrar S/ 418.00 soles.



Según (Bardales, Alaya y Medina 2020, p. 9), el objetivo fue determinar la factibilidad de la propuesta de recolección en cisternas mediante zanjas de infiltración según el aporte de la cosecha de agua pluvial. El trabajo de investigación se basó en la recopilación de información de precipitación de los últimos 10 años, en esta investigación se tuvo en cuenta, su climatología (seco, templado y tropical), topografía (rangos según pendiente), estratigrafía y coeficientes de infiltración (tipo de suelo y cobertura vegetal). Al analizar la información conseguimos los parámetros de diseño de las zanjas de infiltración, con los cuales se elaboró una propuesta de recolección en cisternas mediante zanjas de infiltración.

Para (Chino, Velarde y Espinoza, 2016, p. 5), evaluó la cobertura de las viviendas rurales, para la captación del agua pluvial con fines de consumo humano y diseñar un sistema de captación de agua de lluvia. Para ello se aplicó 82 encuestas de una población total de 209 viviendas, así mismo, se realizaron cálculos para el diseño y distribución de agua pluvial. Donde se consiguió un volumen de 73 m<sup>3</sup> para una familia de 4 integrantes, con un área de captación de 120 m<sup>2</sup>, con una demanda de 24.2 m<sup>3</sup> en los meses de diciembre a marzo y el resto es almacenado en un tanque, teniendo una precipitación anual que alcanza los 721.44 mm. Según (Martínez, 2020, p. 10), propuso diseñar un terminal terrestre incorporando un sistema de captación de agua pluvial como arquitectura paisajística, en el cual se reutiliza el agua pluvial en los servicios higiénicos y lavandería vehicular, calculando la dotación diaria fue de 38077 lts/día, dicha cantidad no sobrepasa la captación del agua de lluvia, concluyendo que es viable la adaptación del sistema de captación del agua pluvial al terminal terrestre, así mismo se aprovechó para el refrescamiento de los ambientes propios del terminal y que sea amigable con la arquitectura paisajística.

Según (Guevara 2018, p. 14), propone evaluar la demanda hídrica procedente de las lluvias y diseñar un sistema de captación de agua pluvial con fin de ser aprovechadas en actividades domésticas más no para consumo humano

donde desarrolló cálculos matemáticos en dotación, volumen del tanque y área de captación para diseñar el sistema de captación también se tomó en cuenta los meses de precipitaciones. Teniendo resultados una disminución significativa en el consumo de agua potable de 18 m<sup>3</sup> por familia.

Según (Grández 2018, p. 14), en su estudio realiza una contribución a los métodos de gestión de agua con el fin de diseñar un sistema de captación de agua pluvial para uso domésticos como disminución al consumo de agua potable. Donde se desarrolla operaciones matemáticas de volúmenes como dotaciones y precipitaciones y estimar el costo para la construcción del sistema de captación de agua pluvial. Donde determina que es viable la aplicación de la tecnología y recomienda su construcción en el proceso constructivo de inmuebles nuevos.

Según (Anaya, Auqui y Arpasi 2021, p. 7), pretende brindar una opción para uso agrícola por medio de un sistema de captación de agua de lluvia debido a la falta de agua en las épocas secas. Utilizando la metodología de balance hídrico de los últimos 25 años, teniendo un área de 500 m<sup>2</sup> y conducirlo a un embalse de 60 000 m<sup>3</sup> de capacidad. Como resultados se obtuvo la demanda hídrica suficiente para 10 ha cubriendo en su totalidad y así mejorar la calidad agrícola de los productores de la zona.

Según (Torres et al. 2011, pág. 3) menciona en su artículo, varias comunidades tienen acceso limitado a los servicios de agua potable, recolectando agua de pluvial para los diferentes usos domésticos. Como resultado de su trabajo india los análisis de la calidad del escurrimiento de agua de lluvia en el techo, en los barrios Kennedy (Bogotá) y el municipio de Soacha (Cundinamarca), con el fin de evaluar su adaptabilidad para cumplir con los fines utilizados en la familia, en las comunidades antes mencionadas. Los resultados obtenidos, de la muestra del agua extraída indica que no es apta para ninguno de los usos de la comunidad estudiada, debido al alto valor de turbidez y la alta concentración de sólidos suspendidos totales, la demanda bioquímica de oxígeno y la presencia de metales pesados; sin embargo, se

detectó una gran variación temporal y espacial en los resultados, así como en el material del techo. Bajo ciertas circunstancias y condiciones, el agua de lluvia de los techos se puede adaptar para ser utilizada como una fuente alternativa para cumplir con ciertos usos domésticos.

Según (Costa, Regina y Anco, 2014, pág. 2) en su estudio fue evaluar la calidad del agua meteórica en la ciudad de Itajubá, en la zona sur de la Minas Gerais, Brasil. Para ello, se aplicaron la recolección y análisis de la calidad de las muestras de agua de pluvial después de las precipitaciones sobre las superficies de tres tipos de materiales; cerámica, zinc y amianto. Luego se efectuó un monitoreo directo del agua pluvial para contrastar los resultados y verificar las variaciones en la calidad del agua pluvial. Se observó que la calidad del agua pluvial cambia por el material superficial en el cual fluye, modificando de este modo los parámetros organolépticos y microbiológicos como la alcalinidad, el pH, turbidez, dureza y el contenido de coliformes. Entonces, el material superficial de un sistema de recolección de aguas pluviales puede cambiar la calidad del agua y su destino final. Si bien las aguas de meteóricas de Itajubá tienen un bajo nivel de contaminación, la conclusión de que el tratamiento de estas aguas debe ayudar a remover sólidos, ajustar el pH y desinfectar el agua almacenada, de esa manera se podrá obtener una alternativa sustentable, accesible y favorable para usar en tiempos de escasez de agua.

El presente trabajo de investigación respalda las siguientes bases teóricas.

### **Importancia del aprovechamiento del agua pluvial**

Al ser un sistema que trabaja con la precipitación, se recomienda su uso donde la precipitación anual promedio sea suficiente, (Besada 2019, p. 1). Donde la escasez de agua es un problema y el suministro existente no puede satisfacer la demanda, las fuentes de captación de agua de lluvia pueden ser muy

eficientes, según el área de captación, pero en algunos casos, se necesita más agua para satisfacer la enorme demanda de la población (Ojwang et al. 2017, p. 24).

Por este motivo, los sistemas de aprovechamiento de agua pluvial son opciones muy importantes para el abastecimiento y ahorro de agua. Además, puede ser una opción beneficiosa tras la instalación en una zona determinada, facilitando el desarrollo económico y social de las personas.

### **Cosecha de Lluvia**

Al recolectar o cosechar agua pluvial, se necesita comprender cuánta agua se puede captar en un lugar determinado, evaluar sus propiedades y si es viable económicamente para el uso doméstico (Rahman 2017, p. 15). El agua de lluvia después del almacenamiento se puede utilizar para muchos fines, como limpieza, riego de plantas, lavadora, saneamiento general, etc. además de la construcción económicamente sostenible (Posadas 2015, p. 25)..

La mayor parte del agua doméstica que se utiliza habitualmente en los hogares y establecimientos comerciales puede ser sustituida por agua de lluvia, que supone cerca del 50% del consumo, lo que supone una enorme reserva hídrica para las generaciones futuras, proporcionándoles beneficios económicos, energéticos y medioambientales.

### **Aguas pluviales: contaminación**

La contaminación del agua de lluvia en muchos lugares degrada seriamente la calidad del agua superficial. Las emisiones de los vehículos y los sedimentos atmosféricos han sido identificadas como las fuentes principales en la alteración de su estructura de las aguas pluviales, y se está trabajando para reducir esto. (Müller et al. 2020, p. 15).

### **Precipitación**

Son escorrentías superficiales procedentes de las nubes, que llegan al suelo, tanto en forma sólida como líquida. La cantidad de precipitación puede ser

caracterizada según su distribución, diferencias climáticas y regímenes pluviométricos. Según (Aranda 2015, p. 25) las escorrentías superficiales ayudan a mantener el equilibrio meteorológico y brinda el sustento a la flora y agricultura también nos proporciona agua para el consumo humano, ya que sin las precipitaciones sería un mundo inhabitable.

### **Coeficiente de Escorrentía**

No toda el agua de lluvia que cae en un área puede capturarse y almacenarse debido a la infiltración, la evaporación y el tipo de suelo. Por lo tanto, el coeficiente de escorrentía se precisa como el porcentaje de agua pluvial que fluye desde la superficie. Por lo tanto, en un sistema de recolección de agua pluvial, es importante que este factor sea lo más cercano posible a 1 para promover la tasa de recolección de agua de lluvia más alta posible (Pizarro et al. 2015, p. 55)

El coeficiente de escorrentía varía por el tipo de material de captación de la superficie que se utilice, a continuación, en la tabla 1 se muestra los valores de coeficientes de escorrentía:

**Tabla 1:** Coeficiente de escorrentía

<b>MATERIAL DE TECHO</b>	<b>COEFICIENTE DE ESCORRENTIA</b>
Calamina metálica	0.9
Paja	0.6 – 0.7
Madera	0.8 – 0.9
Tejas de arcilla	0.8 – 0.9

Fuente: (Pizarro, et al., 2015)

### **Calidad del agua:**

La calidad del agua se puede definir como aquellos factores que describen las propiedades químicas, físicas y biológicas del agua según el uso que se le dé. En la definición señalan que la misma agua no sirve para todo, según su uso, y que determinados valores no significan la misma calidad, (La calidad del agua y su importancia, 2020, p. 1)

En general, un cuerpo de agua se debe encontrar libre de sustancias tóxicas, organismos patógenos, y exceso de materia mineral u orgánica; para ser agradable, debe estar libre de turbiedad, sabor, color y debe tener un pH neutro; y lo que es más importante, debe tener suficiente contenido de oxígeno y estar a una temperatura adecuada.

### **Estándares de calidad del ambiental (ECA)**

El ECA son límites que establecen la concentración de sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, del agua; cuyo propósito es evitar el riesgo significativo para la salud de las personas. A continuación, en la tabla 2 se muestran algunos de los estándares de calidad del agua para consumo humano establecido en el decreto supremo D.S. N° 004-2017-MINAM que serán utilizados en el presente trabajo, dichos parámetros fueron seleccionados por el artículo 63.

**Tabla 2:** Parámetros físico- químico para consumo humano

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

<b>Parametros físicos, químicos y biológicos</b>		
Conductividad	( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1 500
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Plomo	mg/L	0.001
Turbiedad	UNT	5
Coliformes totales	NMP/100 m	50
Coliformes fecales	NMP/100 m	0

Fuente: Ministerio del ambiente. – Elaboración del investigador

### **Potencial de captación**

La zona de captación suele ser el tejado o zona de azotea por donde cae y se filtra el agua pluvial para su captación. El tamaño del área de captura y la cantidad de agua que cae determinarán la cantidad de líquido que se puede capturar. (Becerril 2020, p. 25).

## **Sistema de captación de agua pluvial**

La recolección de agua de lluvia es la recolección, transporte y almacenamiento del agua de lluvia que cae a la superficie, ya sea natural o artificial. La recolección de agua pluvial en las localidades puede ser cualquier infraestructura como edificios, almacenes, casas, terminales terrestres, etc. El agua captada tiene distintas aplicaciones siempre que se utilice el filtro adecuado para cada aplicación, como para fines básicos de limpieza de ropa, suelos, inodoros y el riego se pueden utilizar filtros muy sencillos; para la higiene personal y el agua potable, es necesario utilizar diferentes sistemas de filtración adecuados para estos fines. (Becerril 2020, p. 28).

A continuación, se desarrolla el marco conceptual del trabajo de investigación.

**precipitación:** La precipitación es la caída de partículas de agua líquidas o sólidas desde las nubes a medida que viajan a través de la atmósfera hacia la tierra. La precipitación es la cantidad de lluvia que pasa por un lugar durante un tiempo determinado

**Frecuencia de lluvias:** Se define como el número de cuántas veces ocurre un evento en un periodo de tiempo determinado. Existe una variación en la intensidad y la frecuencia de las precipitaciones causadas por el cambio climático.

**Agua Pluvial.** - Son las aguas procedentes de las precipitaciones que escurren superficialmente en un lugar determinado. Según la teoría de Horton se forma cuando las precipitaciones superan la capacidad de infiltración del suelo.

**Aprovechamiento pluvial:** es aprovechar agua de lluvia en forma de agua cruda o sin tratar. Al utilizar el agua de lluvia, se ahorran reservas de aguas subterráneas y se reduce el consumo de energía para el tratamiento de agua potable.

**Calidad de agua:** Conjunto de condiciones que se entienden como niveles aceptables que deben cumplirse para proteger los recursos hídricos y la salud de las personas en un territorio determinado.

Tanques de almacenamiento: Es parte del sistema que almacenará el agua de lluvia una vez captada por el interceptor de primeras aguas, su capacidad variará en función de las precipitaciones y frecuencia en la zona de ensayo y de la demanda necesaria (Shadeed y Alawna 2021, p. 5).

Interceptor de primeras aguas: El sistema debe tener un colector inicial que separe el agua inicial de cada precipitación, ya que los primeros minutos de precipitación suelen traer mucha suciedad y materiales no deseados.



### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

El tipo de investigación es aplicada ya que los conocimientos anteriores se tendrán en cuenta para la investigación previa y también influyen en el diseño del sistema de captación de agua pluvial.

Dado su alcance, el diseño de la investigación es no experimental, porque no se modificarán las variables, además tiene como objetivo calcular escurrimiento superficial en la institución educativa y analizar la calidad de agua pluvial aplicando un sistema de captación de agua pluvial.

También la investigación es de carácter transversal - descriptivo por que los datos son obtenidos en un tiempo explícito y se necesitará la reunir la información de las variables. (SAMPIERI, 2014, p. 208)

Para el enfoque de la investigación se realizará la recolección de datos in-situ y así tener los datos necesarios para la investigación. El actual trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo.

#### **3.2. Variables y Operacionalización:**

VARIABLE INDEPENDIENTE. Estimación del Volumen Potencial

Se expresa que el agua de lluvia representa un enorme potencial que el hombre dispone para su desarrollo integral y sostenible. Además, se puede decir que las precipitaciones es una forma de ahorrar agua en el día a día de las personas, ya que no solo promueve un mejor uso del agua, sino que filtrar y almacenar el agua de lluvia es un trabajo que no requiere cálculos complejos. (Salinas 2021, p. 34). Como parte de la investigación, intentaremos calcular el volumen de agua pluvial que se pueda captar por medio de los techos.

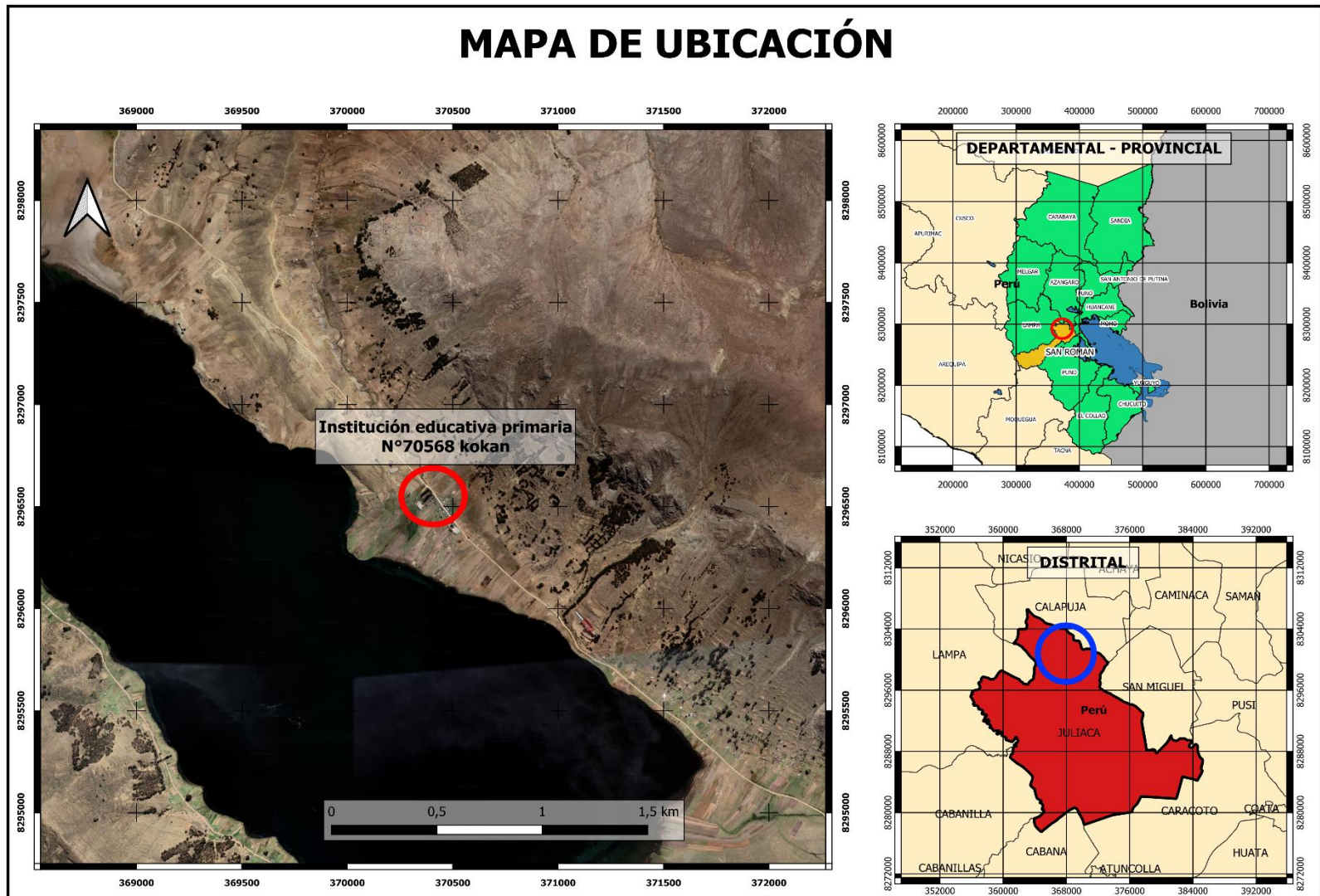
La matriz de operacionalización de variables del trabajo de investigación se puede ver en el Anexo 1.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

Para el trabajo de investigación tomaremos la institución educativa primaria N°70568 que se encuentra a 2 km de la laguna de chacas con las coordenadas 15° 24' 18" S y 70° 12' 29" W, dicha laguna se encuentra en la región de Puno, provincia de San Román, distrito de Juliaca, perteneciente a la cuenca hidrográfica del Río Coata. Con una altitud promedio de 3824 m.s.n.m., tiene un área aproximada de 612.3 ha y un perímetro de 12.193 m., la profundidad máxima estimada está en 7.5m. Las características propias de esta laguna, propicia la existencia de flora y fauna.

La institución educativa N°70568 está situada en la comunidad de Kokan y que es considerado como una zona rural donde su único acceso es en una vía de trocha carrozable que da la vuelta a toda la laguna, En la figura N°1 se muestra la ubicación geográfica.



**Figura 1:** Mapa de ubicación geográfica de la institución educativa N°70568

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar la transparencia del trabajo de investigación, además de explicar el proceso de muestreo, es necesario definir claramente la población que se estudia (SAMPIERI, 2014). El trabajo de investigación cuenta con una población finita por tal motivo que se trabajó con el 100% de la población del centro educativo ya que se identificó que tenían características muy comunes. (Hernández, et al., 2003, p. 139)

#### **Muestreo:**

El tipo de muestreo es no probabilístico donde se optó en elegir al único grado académico de la institución educativa N°70568 que es el nivel primario, los parámetros a considerar serán el área de captación, tipo de superficie de infraestructura, dotación diaria y uso del agua.

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

Se buscó información sobre cómo recopilar datos, generalmente en trabajos de investigación similar es donde utilizaron diferentes métodos de recopilación de datos, en investigaciones cuantitativas se emplean cuestionarios, estandarización de pruebas, recopilación de información estadística para su análisis, observación, etc. (SAMPIERI, 2014).

#### **Técnicas:**

- Análisis documental se aplicó para la obtención de información de la base de datos de la plataforma del sitio web de la estación meteorológica Lampa - SENAMHI que fue la más cercana al sitio de estudio.
- La observación se aplicó para la recolección de datos de la población, área y tipo de infraestructura y muestras de agua.

#### **Instrumentos de recolección de datos:**

Para el siguiente estudio de investigación se utilizó

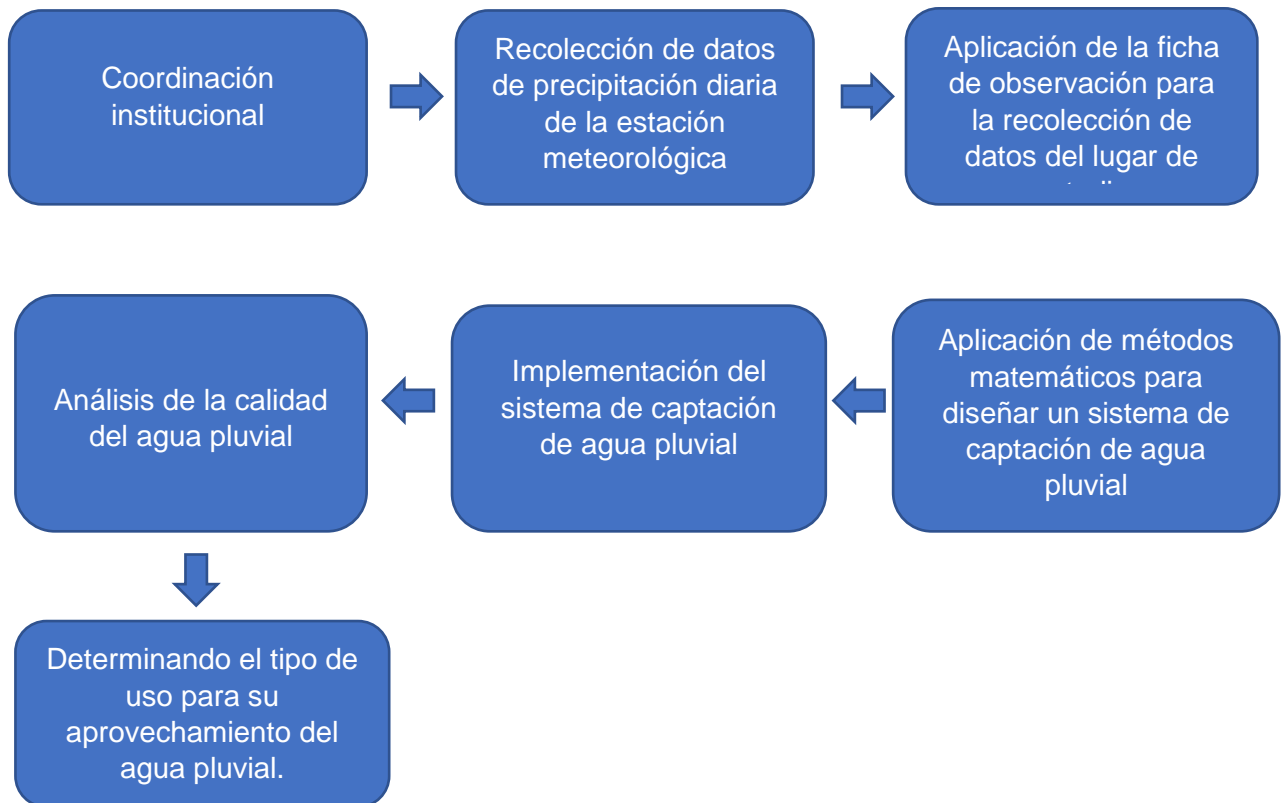
- Ficha de registro de datos para el procesamiento de la información proporcionada por la estación meteorológica Lampa – SENAMHI

- Ficha de observación para la implementación de un sistema de captación de agua pluvial

En el anexo 8 se muestran la validación de los todos los instrumentos de recolección datos que se utilizaron para el presente trabajo de investigación.

### 3.5. Procedimientos

En la figura 2 muestra los procedimientos metodológicos que se realizaron para el presente trabajo de investigación.



**Figura 2:** Flujograma del procedimiento de la investigación

Fuente: Elaboración propia

#### Coordinaciones institucionales

Se presentó una solicitud dirigida a la directora de la institución educativa N° 70568 – Kokan, solicitando el acceso a sus instalaciones para los meses de febrero y

marzo, así mismo la aplicación de una ficha de observación para la recolección de datos de población, área y tipo de infraestructura, ver anexo 4.

Se presentó mediante documento una solicitud al director de la institución privada denominada SUMA MARKA ONGD adjuntando el perfil del proyecto de investigación, con el fin de buscar el financiamiento para la implementación del sistema de cosecha de agua pluvial para la institución educativa N°70568 – Kokan, ver anexo 5.

Se presentó una solicitud mediante correo electrónico a la encargada del laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, para el análisis físico, químico y bacteriológico del agua pluvial captada, ver anexo 6.

### **Recolección de datos**

Se inició con la recopilación de datos meteorológicos de los últimos 10 años (2012 al 2021) de la base de datos de la estación meteorológica de Lampa SENAMHI que fue la más cercana al lugar de estudio, para luego ser sistematizada en una hoja de cálculo Excel y así sacar el promedio anual de las precipitaciones.

Se realizó una visita a las instalaciones de la institución educativa N°70568 – Kokan, para recopilar la información necesaria del lugar mediante una ficha de caracterización que nos permitió obtener los datos de área útil (metrado de los techos), tipo de infraestructura, dotación diaria, población, fuentes y uso del agua.

Una vez obtenidos los datos necesarios se realizaron cálculos para el diseño del sistema de captación de agua pluvial con la finalidad de determinar el uso óptimo por la institución educativa.

Para tomar una muestra representativa, se captó el agua de lluvia sin que pase por alguna superficie (techo), donde se instaló un módulo en el medio de la plataforma deportiva de la institución educativa en un día de lluvioso, una vez captada fue etiquetado y llevado al laboratorio de calidad ambiental para el análisis de los parámetros físico, químicos y bacteriológicos para determinar su calidad.

Como segunda muestra se analizó el agua almacenada en los tanques de almacenamiento, en esta muestra se analizó los parámetros de pH, conductividad eléctrica, turbiedad, coliformes totales, coliformes fecales y plomo.

Y como última muestra se analizó otra vez el agua almacenada en los tanques de almacenamiento con la diferencia de siete días después para determinar alguna alteración en su calidad del agua.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para el método de análisis de los datos recolectados se utilizó el programa de Microsoft Excel y se aplicó el reglamento de la calidad del agua para consumo humano.

#### **Datos de precipitación.**

Se recolectó datos de precipitación de la estación meteorología de Lampa información manifestada en la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI. Los datos a utilizarse corresponden al periodo 2012 al 2021, para determinar el promedio de precipitación multianual.

Para el procesamiento de datos de precipitación mensual de los últimos 10 años se utilizó el programa de Microsoft Excel, mediante el programa se aplicó métodos aritméticos para obtener el promedio anual del total de años evaluados, este valor es expresado en mm/mes.

A continuación, en la tabla 3 se muestra la información de la estación meteorológica de Lampa y su ubicación.

**Tabla 3:** Ubicación de la estación meteorológica de Lampa.

Código de identificación	Tipo de estación	Nombre de estación		
		Latitud (S)	Longitud (w)	
100081	Convencional-meteorológica	Lampa		
Provincia	Distrito	Coordenadas	Altitud (msnm)	
Lampa	Lampa	15°21'39.9" S	70°22'27" W	3866

Fuente: Elaboración propia con información del SENAMHI

### Diseño del sistema de captación de agua pluvial

Para el diseño de captación de agua pluvial se basó en tres partes que viene hacer el área de captación, interceptor de primeras agua y tanques de almacenamiento.

- Área de captación útil

Para el procesamiento de datos se aplicó una ficha de campo en el cual se recolectó información sobre las infraestructuras de los ambientes que se encuentran en la institución educativa. Al obtener los datos se aplicó fórmulas matemáticas simples para determinar el área útil de captación de agua pluvial.

$$Ac = L \times H$$

Ac = Área de captación útil (m<sup>2</sup>)

L = Longitud (m)

H = Altura (m)

- Interceptor de primeras aguas

Es importante saber que no existe un manual sobre el diseño de cosecha de agua pluvial en el Perú es por ello que se tomó como referencia el manual del estado de Texas - México para calcular el volumen del interceptor de las primeras aguas pluviales.



Entonces según el Manual de Diseño de Sistemas de Cosecha de Agua de Lluvia del estado de Texas indica que se necesita 0,407 litros por cada metro cuadrado del techo usado para captar agua pluvial cuando el techo solamente se encuentra sedimentos de polvo y no de hojarasca de árboles como es el caso en Kokan. Entonces el volumen requerido del interceptor de las primeras aguas se aplicó la siguiente fórmula:

$$= 0.407 \frac{L}{m^2} \times Ac$$

V = Volumen de agua (Litros)

Ac = Área de captación útil (m<sup>2</sup>)

Además, para determinar la longitud de tuberías del interceptor de las primeras aguas se utilizó la siguiente fórmula.

$$Long. tubería = \frac{volumen de agua (m^3)}{\emptyset tubería (m^2)}$$

- Tanques de almacenamiento

Demanda de agua.

Según la Normalización de infraestructura urbanismo en el Capítulo III: Normalización de infraestructura urbana y propuesta de estándares en el ítem 3.2 expresa “La dotación de agua para locales educativos y residencias estudiantiles: relaciona dotación diaria de agua en función al tipo del local educativo” siendo la dotación 50 lt/Hab/día para alumnos no residentes en el uso de aseo personal, baños, alimentación, etc.

Según el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural (PRONASAR), Ministerio de la mujer y desarrollo social (MINDES) y Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo

Social (FONCODES) detalla en los Parámetros de diseño de agua y saneamiento para centros poblados rurales en el ítem 6.3.2 sistemas no convencionales expresa: “En el caso de emplearse otras soluciones técnicas como bombas de mano, o accionadas por energías eólicas, sistemas de abastecimiento de agua potable, cuya fuente es agua de lluvia, protección de manantiales o pozos de bomba manual se podrá considerar dotaciones menores de 20 lt/hab/día.”

Por lo tanto, las dotaciones establecidas a través de las normas vigentes del Estado Peruano, se utilizó una dotación de 20 lt/hab/día para el centro educativo Santísima Virgen María N° 70568 – Kokan.

También fue necesario saber la demanda de agua mensual que requiere la institución educativa, para ello se tomó en cuenta los días escolares que son de lunes a viernes, según el calendario escolar. Esto nos ayudó a determinar la capacidad de volumen de los tanques de almacenamiento.

Una vez obtenido los datos mediante la aplicación por métodos matemáticos básicos se diseñó el sistema de captación de agua pluvial para la institución educativa N°70568, a partir de la elaboración de los planos se realizó los costos unitarios de los materiales y/o equipos que fueron presentados a la Ong Suma Marka para la compra y traslado de materiales y/o equipos que son necesarios para la implementación del sistema de captación de agua pluvial.

Así mismo, se coordinó con la directora de la institución educativa para la ejecución de implementación del sistema de captación de agua pluvial, para lo cual se requirió la colaboración de los padres de familia para las actividades de construcción.

En la recolección de muestras de agua se coordinó con el laboratorio de calidad ambiental de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, también se coordinó las fechas y materiales necesarios para el análisis de los parámetros propuestos. Los resultados del análisis serán comparados con los Límites

Máximos Permisibles del D.S. 031-2010 SA y con los Estándares de Calidad Ambiental D.S. N° 004-2017-MINAM de la Categoría 1: Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

### **3.7. Aspectos éticos**

Con el tiempo, las personas desarrollan cada vez más temas de investigación para explorar y comprender los temas que les preocupan con el fin de encontrar soluciones. Sin embargo, toda esta investigación realizada y publicada conlleva el riesgo de autoría de otros, por lo que es importante tener presente la ética en su investigación. (Alejo Machado, et al., 2018)

El esfuerzo de investigación actual logró los objetivos establecidos poniendo en consideración los trabajos utilizados para enriquecer dicha investigación, por lo que cada fuente y referencia mencionadas se citarán bajo derechos de autor.

Al recibir el apoyo de la ONG Suma Marka se firmó un compromiso al inicio de la implementación del sistema de captación de agua pluvial, dicha organización cuenta con una política de protección al menor y políticas contra fraude y pérdidas esto con el fin de salvaguardar la integridad de los estudiantes de la institución educativa.

#### IV. RESULTADOS

Para el presente trabajo de investigación se logró obtener los siguientes resultados.

##### **Precipitación promedio mensual**

Para la obtención del promedio mensual de las precipitaciones, se obtuvo los datos registrados de la estación meteorológica Lampa de la página web del SENAMHI, cuyos datos corresponden a la precipitación total mensual de los años 2012 al 2021, ver anexo 2.

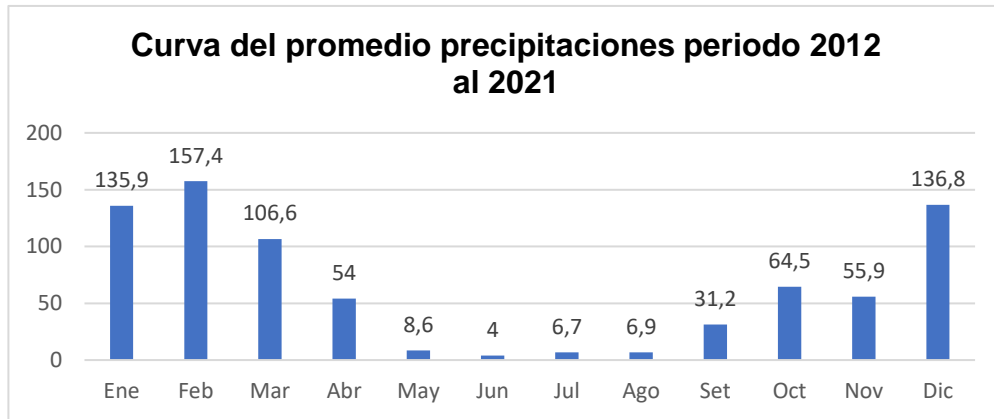
Como se muestra en la tabla N°4 se plasma el promedio de las precipitaciones mensuales de los últimos 10 años, así mismo, se observa la mayor precipitación pluvial en el mes de febrero alcanzando 157.4 mm y en el mes de octubre empieza las precipitaciones nuevamente, como resultado se obtuvo 768.5 mm como precipitación promedio anual.

**Tabla 4:** Precipitación promedio mensual en mm, de la Estación Meteorológica Lampa – periodo 2012 al 2021.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
<b>Promedio</b>	135.9	157.4	106.6	54.0	8.6	4.0	6.7	6.9	31.2	64.5	55.9	136.8	768.5

Fuente: Elaboración del investigador, con información de SENAMHI

En la figura 3 se observa el promedio de las precipitaciones del periodo 2012 al 2021, indicando que cuatro meses del año son de mayor frecuencia de precipitaciones iniciando desde diciembre hasta marzo y el mes con mayor precipitación es el mes de febrero.



**Figura 3:** Curva del promedio de precipitaciones periodo 2012 al 2021

Fuente: Elaboración propia

### Precipitación pluvial

La estimación de la precipitación se utilizó los registros hidrológicos mostrados en la tabla N°5 y el coeficiente de escorrentía que dependerá el valor del material de la infraestructura del área de captación de la institución educativa, en este trabajo de investigación el material de la superficie de captación es calamina galvanizada, se aplicó un valor de coeficiente de  $C_e = 0.90$  que se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5:** Precipitación neta anual

Precipitación promedio anual	Coficiente de escorrentía	Total
768.5 mm	0.90	691.65 mm

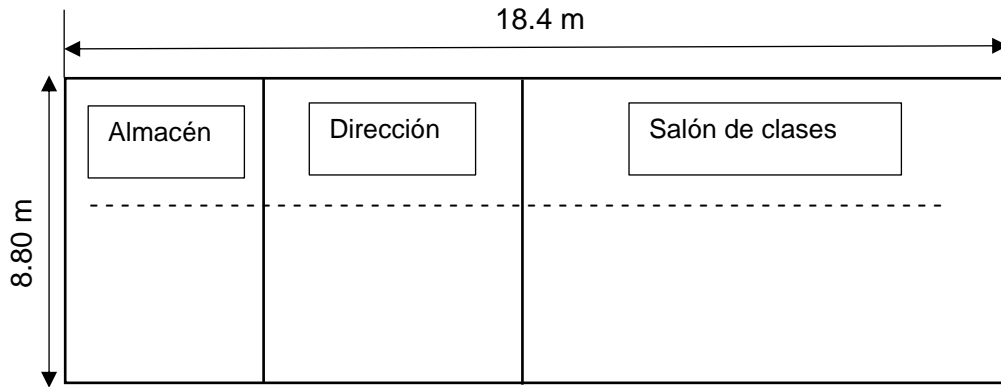
Fuente: Elaboración del investigador

Como resultado se obtiene que la precipitación anual neta es 691,65 mm la cual se utilizó para determinar la estimación del potencial de captación.

### Área de captación agua pluvial

Teniendo en cuenta el estado de las infraestructuras de la institución educativa se optó en utilizar el techo del aula de los estudiantes y de la dirección por que se encontró en buenas condiciones, siguiendo con el cálculo se procedió a calcular la cantidad de agua pluvial que se pueda captar por medio del techo de la infraestructura.

Cálculo del área del techo del almacén/ dirección: en la figura 4 muestra las dimensiones del techo de la infraestructura almacén/dirección/salón de estudiantes para la captación del agua pluvial.



**Figura 4:** Dimensiones del techo para la captación de agua pluvial

Entonces:

$$A_{Techo} = \text{Largo del techo} \times \text{Ancho del techo}$$

$$A_{Techo} = 18.4 \text{ m} \times 8.80 \text{ m}$$

$$A_{Techo} = \mathbf{161.92 \text{ m}^2}$$

El área del techo a usar para captar agua de lluvia es 161.92 metros cuadrados, pero solo se utilizó la mitad del techo para el diseño del sistema de captación de agua pluvial por ser población pequeña, entonces el área del techo a utilizar es de 80.96 m<sup>2</sup>.

Cálculo para el diseño del sistema de captación de agua pluvial en la institución educativa

Cálculo del volumen de captación de agua pluvial a través del techo del almacén/dirección/salón de estudiantes.

$$V_{cap} = P_t \times A_{cap}$$

$$V_{cap} = 0.69165 \text{ m} \times 161.92 \text{ m}^2$$

$$V_{cap} = \mathbf{111.99 \text{ m}^3}$$

La estimación del volumen potencial a través del techo del almacén/dirección/salón de estudiantes de la institución educativa es de 111.99 m<sup>3</sup> o 112 m<sup>3</sup>, como ya se mencionó anteriormente solo se trabajó con la mitad del volumen para el diseño siendo 56 m<sup>3</sup>.

### **Cálculo del interceptor de primeras aguas**

Para calcular el volumen de agua necesaria para el lavado del medio techo se utilizó la siguiente fórmula:

$$V = 0.407 \frac{L}{m^2} \times \text{area del techo}$$

$$V = 0.407 \frac{L}{m^2} \times 80.96 m^2$$

$$V = 32,95 \text{ litros}$$

El interceptor de las primeras precipitaciones para el lavado del techo debe de contener 32.95 litros o 33 litros, para lo cual se utilizó el diámetro de una tubería de 4" por ser fácil de encontrar en las ferreterías, así mismo se usó la siguiente fórmula para determinar la longitud de las tuberías. El diámetro de una tubería de 4 pulgadas es de 0.096 m.

$$\text{Long. tubería} = \frac{\text{cantidad de agua (m}^3\text{)}}{\text{area de la tubería (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Long. tubería} = \frac{0.033 m^3}{\pi (0.048m)^2}$$

$$\text{Long. tubería} = 4.56 \text{ metros}$$

Entonces se necesitan 4.56 metros de tubería para el interceptor de primeras aguas.

## **Demanda de agua por estudiante y profesor**

La demanda de agua requerida por los estudiantes y profesores que realizan sus actividades diarias en el centro educativo, se determinó de acuerdo a los parámetros de diseño de agua y saneamiento para centros poblados rurales donde menciona la cantidad de agua diaria por persona.

En la tabla 6 muestra la dotación diaria por persona indicando sus actividades diarias que realizan.

**Tabla 6:** Dotación de agua según actividades en la institución educativa

<b>Actividad</b>	<b>Dotación (l/Hab/día)</b>
Cocina	8
Higiene personal	10
Beber agua	2

Fuente: Parámetros de diseño de agua y saneamiento para centros poblados rurales.

Para determinar la demanda de agua para consumo humano se consideró para 6 estudiantes y 1 profesor en total son 7 personas no residentes que presencian al centro educativo mencionados por la directora de la institución educativa.

### **Cálculo de demanda diaria por persona.**

En la tabla 7 muestra la demanda diaria por persona, se calculó con la población que forman la institución educativa que es 7 personas y según las actividades que realizan como la preparación de alimentos, higiene personal, beber agua.

**Tabla 7:** Demanda diaria de agua por persona en la institución educativa N°70568

<b>Usuarios</b>	<b>Dotación diaria (litros/persona)</b>	<b>Demanda diaria (litros/día)</b>
7	20	140

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 7 la demanda diaria por estudiante es de 20 litros/ día, por lo tanto, para calcular la demanda de agua para el año escolar 2022 se tomó en cuenta



solo los días laborables que son de lunes a viernes según el calendario escolar teniendo como resultado 184 días laborables (ver anexo 3). Este resultado se multiplico por la demanda diaria de 140 litros/día dando como resultado 25 760 litros, con el resultado de determinó el volumen de los tanques, pero al ser un valor alto solo se implementó dos tanques con una capacidad de 2 500 litros teniendo un valor total de 5 m3.

### **Calidad del agua pluvial captada por los techos de la institución educativa N°70568.**

La calidad del agua pluvial captada por el techo de la calamina de la institución educativa N°70568 se definió con los parámetros de: pH, turbidez, conductividad eléctrica, coliformes fecales, coliformes totales, plomo y cloro residual.

Para el análisis se realizó tres muestras en un solo punto estas muestras fueron recolectadas en frascos de vidrios y plástico, las muestras se recolectaron mediante métodos puntuales y escritos por el laboratorio de calidad ambiental, los mismos procedimientos se aplicaron para todos los muestreos realizado en diferente fecha, este análisis nos permitió conocer las concentraciones presentes en el agua ya que estos pasan por superficies antes de ser almacenados.

En la tabla 8 muestra los resultados del análisis de agua y estos se compararon con los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo N°031- 2010 SA para comprobar la calidad del agua de lluvia si es apta para el consumo humano.

**Tabla 8:** Resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua pluvial

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Muestra 1 10/03/2022</b>	<b>Muestra 2 30/03/2022</b>	<b>Muestra 3 17/04/2022</b>	<b>D.S. N°031- 2010 SA</b>
pH	Valor de pH	6.3	6.16	6.3	6.5 – 6.8
Conductividad eléctrica	µS/cm	18	15	18	1500
Turbidez	UNT	1.2	0.824	1.3	5

Coliformes fecales	NMP / 100 ml	0	0	0	0
Coliformes totales	NMP / 100 ml	0	40	0	0
Temperatura	°C	12	15	12	-
Plomo	mg/l	0.00019	0.00094	0.00094	0.010
Cloro residual	mg/l	0	0	0.5	5

Fuente: Elaboración del investigador con información del laboratorio de calidad ambiental EPISA.

En la tabla 8 muestra que los parámetros de conductividad eléctrica, turbidez, coliformes fecales, coliformes totales y plomo de la muestra 1 cumplen con los parámetros establecidos por el Decreto Supremo N°031- 2010 S.A. del reglamento de calidad para consumo humano, con excepción del pH que resultó ligeramente ácido.

En la muestra 2, cumple todos los parámetros indicados con excepción del pH y coliformes totales y en la muestra 3 vuelve a cumplir con los LMP del D.S. N°031- 2010 SA, con excepción del pH.

En la tabla 9, se compararon los resultados obtenidos de la muestra 3 con los valores de los Estándares de Calidad Ambiental del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM con la Categoría 1: Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

**Tabla 9:** Comparación de valores de la muestra 3 con los ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

Parámetros	Unidad	Muestra 3 17/04/2022	ECA D.S. N° 004-2017-
			MINAM A1
pH	Unidad de pH	6.3	6.5 – 8.5

Conductividad eléctrica	μS/cm	18	1500
Turbidez	UNT	1.3	5
Coliformes fecales	NMP / 100 ml	0	20
Coliformes totales	NMP / 100 ml	0	50
Temperatura	°C	12	+3
Plomo	mg/l	0.00094	0.010
Cloro residual	mg/l	0.5	5

Fuente: Elaboración del investigador

A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

En la tabla anterior nos muestra que los siete parámetros analizados; pH, conductividad eléctrica, turbidez, coliformes fecales, coliformes totales, plomo y cloro residual sus concentraciones no sobrepasan a la subcategoría A1 de los estándares calidad ambiental del agua, como resultado la calidad del agua pluvial pueden ser potabilizados con desinfección.

### **Diseño del sistema de captación de agua pluvial**

Para diseñar el sistema de captación de agua pluvial para la institución educativa se utilizó todos los datos obtenidos hasta ahora, tales como la población, dotación y demanda de agua, precipitación anual de la zona y área de captación, los planos del diseño se muestran en el anexo 7.

A continuación, en la tabla 10 se muestra el costo total de los materiales y equipos para la implementación del sistema de captación de agua pluvial para la institución educativa N°70568.

**Tabla 10:** Presupuesto total del sistema de captación de agua pluvial

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO (S/.)
1	Instalación de tanques de almacenamiento	S/. 3 561.50
2	Instalación del sistema de tuberías (interceptor de las primeras aguas)	S/. 282.40
3	Instalación de la red de distribución	S/. 158.20
4	Costo unitario herramientas manuales y equipos de protección personal	S/. 751.00
5	Costo unitario para el mantenimiento del sistema	S/. 49.50
<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>		<b>S/. 4 802.60</b>

Fuente: Elaboración del investigador

El tiempo de ejecución en implementación del sistema de cosecha de agua pluvial se realizó en 4 fechas: 16, 17, 18 y 19 de marzo durante las actividades de la instalación se tuvo la participación de padres de familia durante dos días, que participaron en contrapartida para la implementación del sistema.

En las siguientes imágenes se observa las actividades realizadas para la implementación del sistema de captación de agua pluvial

En la figura 5 muestra los materiales y equipos comprados y trasladados para la implementación del sistema de captación de agua pluvial.



**Figura 5:** Materiales y equipos para el sistema de captación de agua pluvial

**A y B** Traslado de materiales a la institución educativa.

En la figura 6 se muestra la limpieza del terreno y escavanarían de zanjas para el muro de contención y base de los tanques de almacenamiento



**Figura 6:** Limpieza del terreno para la cama de arena.

**A y B.** Limpieza y excavación de zanjas.

La figura 7 muestra el armado de madera para el encofrado del muro de contención.



**Figura 7:** Encofrado del muro de contención

**A.** Armado de madera para el encofrado, **B** Colocación del armazón para el vaciado de concreto.



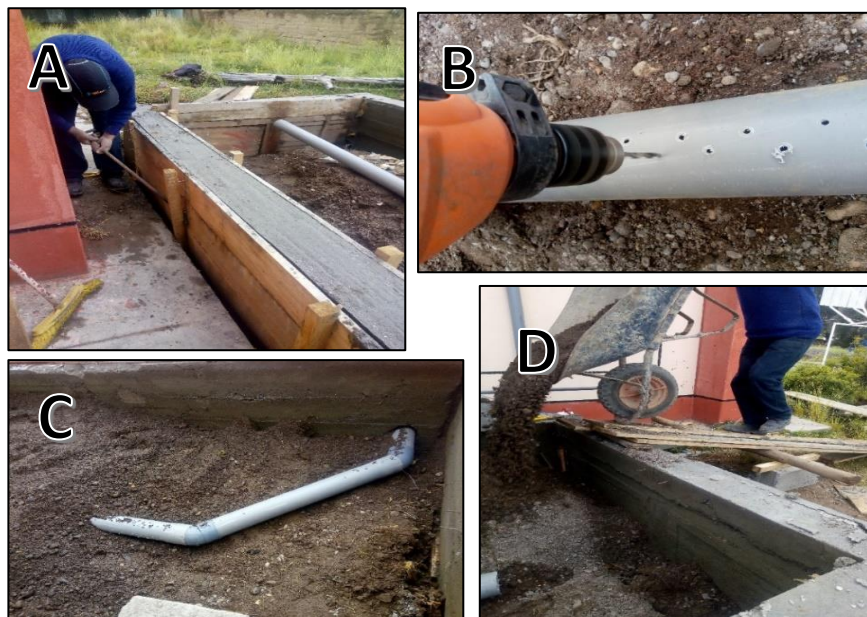
La figura 8 muestra la preparación de mezcla para el vaciado del muro de contención.



**Figura 8:** Muro de contención

**A.** Preparación de mezcla, **B** Vaciado de concreto.

La figura 9 muestra el desencofrado del muro para instalar el tubo de drenaje de filtración y seguidamente se hizo el vertimiento del hormigón (cama de arena) como base de los tanques de almacenamiento.



**Figura 9:** Cama de arena como base de infiltración del agua.

**A** Desencofrado, **B** Perforación de tubería para la infiltración, **C** Tubo de drenaje, **D** Llenado de hormigón para la cama de arena.

En la figura 10 se muestra las conexiones de tuberías de cuatro pulgadas para el interceptor de primeras aguas, la longitud de la tubería fue basado de acuerdo a los cálculos realizados anteriormente



**Figura 10:** Interceptor de primeras aguas

**A** Presentación de tuberías, **B** Pegado de tuberías, **C** Empalme del interceptor con la canaleta, **D** Instalación del interceptor de agua, **E** Llave de control del interceptor, **F** Pintado de tuberías del interceptor de primeras aguas.

Al finalizar todas las actividades en los 4 días de trabajo se tuvo como resultado un sistema de cosecha de agua pluvial en la institución educativa primaria N°70568 Santísima Virgen María – Kokan, ver figura 11.



**Figura 11:** Sistema de captación de agua pluvial en la institución educativa N°70568.



## V. DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos del trabajo de investigación, la estimación del volumen potencial fue un valor de 112 m<sup>3</sup>, pero Canaza (2020) tuvo como resultado 178.78 m<sup>3</sup> esto se debe al área de captación que se utilizó para captar el agua a pluvial, en ambos estudios su material de captación fue de calamina galvanizada y su impermeabilidad fue de 0.9, pero a salinas (2021) tuvo un resultado de 70.08 m<sup>3</sup>, esto debido a su material de captación que fue de concreto donde su impermeabilidad fue de 0.8, esto nos indica que el material que se utiliza influye el volumen de captación. Por otro lado, la calidad del agua del presente trabajo nos resultó un agua óptima para consumo humano, pero Canaza (2020) y Salinas (2021) tuvieron resultados similares obteniendo que la calidad del agua pluvial captada no es apta para el consumo humano por lo cual lo destinaron para otro uso, como: lavandería y riego.

y la calidad del agua pluvial fue aceptable para el consumo humano esto se debe a la ausencia de la contaminación del aire, como el parque automotor o industrias aledañas

El primer objetivo específico fue determinar la precipitación anual, teniendo como resultado 768.5 mm, Aguilar y Carreón, (2018) trabajó con una precipitación de 799 mm, mientras Salinas (2021) aplicó una precipitación de 638.48 mm y Anaya, et al., (2017) tuvo resultados de precipitación anual de 544.7 mm, esto se debe a que la temperatura promedio del lugar de estudio oscila entre los 15°C a 20°C. Por otro lado, Posadas (2015) trabajó con precipitaciones anuales de 712 mm, 1010 mm y 1307 mm, esto es porque su temperatura promedio fue de 21°C a más, como se sabe que a mayor temperatura el agua se evapora formando así las nubes para luego estas precipiten en formas de lluvia, en las precipitaciones mencionadas no solo afecta la temperatura sino también los factores como la humedad, el relieve, las corrientes oceánicas y los fenómenos climáticos.

Como segundo objetivo específico fue determinar el área de captación útil obteniendo 161.92 m<sup>2</sup>, Salinas (2021) utilizó un área de 120 m<sup>2</sup> y Chino, et al., (2016) trabajó con un área de 120 m<sup>2</sup>, las áreas mencionadas fueron utilizadas con

el fin de abastecer de agua a una población pequeña donde no excede a las 10 personas, también el área de captación que se utilizó dependió por el uso que se propusieron en los objetivos de trabajo de investigación de los autores mencionados como el uso doméstico y consumo humano. Por otro lado, Anaya, Auqui y Arpasi (2021) aplicó un área de 500m<sup>2</sup> esto fue porque su finalidad fue para uso agrícola recolectando un volumen de 60 000m<sup>3</sup>. Para utilizar un área de captación a gran tamaño como Martínez (2020), propone utilizar una parte del área de 49 794.52m<sup>2</sup> del terminal terrestre mencionado en su tesis con la finalidad de abastecer todos los servicios básicos dentro del terminal y aplicar un modelo de arquitectura paisajística. Se observa que los resultados mencionados por los autores el área que se utiliza para captar agua pluvial se puede aplicar en distintas arquitecturas como aeropuertos, centros comerciales, zoológicos, etc.

Con respecto a los resultados del análisis del agua de lluvia, Posadas (2015) evaluó la calidad del agua en México, obteniendo resultados no apto para consumo humano, al igual que (Canaza, 2021) evaluó la calidad del agua en Perú obteniendo resultados no apto para consumo humano y con presencia de metales pesados esto se debe a que la calidad del agua de lluvia es diferente por la zona de estudio, ya sea urbano o rural, en nuestro trabajo de investigación los resultados obtenidos cumplieron con la normatividad vigente para el consumo humano, esto depende del lugar donde existe contaminación del aire por el parque automotor o las industrias, estos alteran la calidad del agua de las precipitaciones, es por ello que en algunas zonas existe la lluvia ácida. También la calidad del agua de lluvia se altera por el tipo de material del techo, recubrimiento de pintura, componentes del sistema como el área de conducción, las tuberías y el tanque de almacenamiento, es por eso que se debe de aplicar tratamientos convencionales como lo hizo ( Anaya Garduño, et al., 2017) ellos aplicaron filtros de carbón activado para purificar el agua y tuvieron resultados favorables con excepción de algunos parámetros físicos y también no removieron algunos metales pesados, esto es debido a que el filtro aplicado no corresponde a la tecnología adecuada para purificar el agua.

Con respecto al presupuesto para la implementación del agua pluvial según (Salinas Jorge, 2021) menciona un aumento de presupuesto de 4.18% al momento de construir una casa y en casas existentes el costo es de S/. 1,821.33, en caso del presente trabajo de investigación el costo para la implementación del sistema fue S/. 4 802.60, los costos de implementación de los sistemas dependen de la población, dotación, lugar y tipo de uso. Como se observa el costo de implementación al inicio es alto, pero esto se recupera a mediano plazo y al momento de la instalación no se necesita conocimientos avanzados y/o mano de obra calificada. En los presupuestos mencionados siempre serán diferentes los costos por que dependerá de la distancia de una zona urbana a una zona rural como en nuestro caso, también dependerá de la disponibilidad de los materiales en los establecimientos y el tratamiento de potabilización del agua pluvial.

## **VI. CONCLUSIONES**

El volumen potencial que se captó en la institución educativa es de 112 m<sup>3</sup> anual con una precipitación de 691.65 mm y un área de captación de 161.92 m<sup>2</sup>, del análisis de calidad de agua cumple con los parámetros establecidos según la normatividad vigente para el consumo humano y se implementó el sistema de captación de agua pluvial.

Se concluye que del estudio el promedio de las precipitaciones de los últimos 10 años se tuvo 691.65 mm, cuyo volumen es aceptado para abastecer la demanda de agua por los miembros de la institución educativa y además de implementar un sistema de captación de agua pluvial,

Del área total de captación de 161.92 m<sup>2</sup>, solo se utilizó la mitad del área porque solo se necesitó un volumen de 26 m<sup>3</sup> para cubrir la demanda de agua por los miembros de la institución educativa, aun así, utilizando la mitad del área se tiene 56 m<sup>3</sup>, este volumen de agua restante se puede utilizar para otros fines como riego, agricultura, etc.

La calidad del agua de lluvia se logró identificar que cumple con las normas básicas para consumo humano, pero al recorrer el agua por todos los componentes del sistema de captación de agua pluvial se altera su calidad, esto nos indica que es necesario que se implemente un sistema de tratamiento convencional para la potabilización del agua.

Se implementó el sistema de captación de agua pluvial en la institución educativa con un diseño amigable y de fácil operación y/o mantenimiento, dicho sistema satisface con la dotación diaria de cada persona en la época de lluvia que son en los meses de diciembre a marzo, pero según el calendario escolar el inicio de clases comienza en el mes de marzo, cuyo beneficio será aprovechado por un tiempo limitado.

## VII. RECOMENDACIONES

El presente trabajo de investigación brinda una tecnología sostenible como solución en las zonas rurales donde el agua contaminada por metales pesados o en zonas donde no cuentan con un agua óptima para consumo humano, se recomienda la implementación del sistema de captación de agua pluvial en zonas donde la contaminación por material particulado o industrias sea mínima. También es viable en lugares donde la precipitación sea mayor de 6 meses, el cual contarán con agua continua para sus actividades domésticas.

Se recomienda aplicar este tipo de tecnologías sostenibles en las zonas urbanas con fin de reaprovechar el agua para usos domésticos como lavandería, áreas verdes o los servicios higiénicos, al captar el agua evitará que el agua pluvial deteriore los asfaltos y veredas también evitará que se inunde las calles.

Se recomienda realizar estudios de aprovechamiento de agua pluvial en la comunidad de Kokan con fines domésticos, agricultura y ganadería, ya que la zona no cuenta con un agua óptima para consumo humano, tampoco cuenta con una red de abastecimiento de agua.

Al implementar un sistema de captación de agua pluvial se recomienda hacer un análisis físico químico y biológico periódicamente del agua almacenada en los tanques para conocer el comportamiento microbiológico en caso de que exista. Para el financiamiento del sistema de captación de agua pluvial para las familias con poca economía se recomienda pedir apoyo económico a las municipalidades de la zona o entidades privadas.

## REFERENCIAS

- AGUILAR RAMIREZ, M. y CARREÓN BARRIENTOS, J., 2018. Vista de ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN LA ENMSGTO | JÓVENES EN LA CIENCIA. [en línea]. [Consulta: 30 abril 2022]. Disponible en: <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2805/2060>.
- ALEJO MACHADO, O., SALAZAR RAYMOND, M., & ICAZA GUEVARA, M. (2018). "La ética y su importancia en la investigación", *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*, (abril-junio 2017). En línea: <http://www.eumed.net/rev/cccss/2017/02/etica-investigacion.html>  
<http://hdl.handle.net/20.500.11763/cccss1702etica-investigacion>
- ANA. (2012). *Recursos Hídricos en el Perú*. lima: Autoridad Nacional del Agua, Ministerio de Agricultura y Riego, Banco Interamericano de Desarrollo y Banco Mundial. 2012 Disponible en: [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/default\\_images/politica\\_y\\_estrategia\\_nacional\\_de\\_recursos\\_hidricos\\_ana.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/default_images/politica_y_estrategia_nacional_de_recursos_hidricos_ana.pdf)
- ANAYA CUENCA, A.M., AUQUI ARECHE, J. y ARPASI ALEJOS, J.B., 2021. *Diseño de sistema de captación y almacenamiento de agua pluvial en reservorio tipo embalse para uso agrícola en el distrito de Pomacocha* [en línea]. 2021. S.l.: s.n. [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/items/d901fcfa-9b33-4d36-aaa2-e042dca4019d>.
- Anaya Garduño, M., Palacios Vélez, O., Pérez Hernández, A., & Tovar Salinas, J. (2017). Agua de lluvia para consumo humano y uso doméstico en San Miguel Tulancingo, Oaxaca. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* [online]. 2017, vol.8, n.6 [citado 2022-05-09], pp.1427-1432. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342017000601427&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000601427&lng=es&nrm=iso). ISSN 2007-0934.
- ARANDA HUARI, L.E., 2015. Diseño del sistema de captación de agua pluvial en techos como alternativa para el ahorro de agua potable en la ciudad de Huancayo 2014. En: Accepted: 2016-10-12T18:28:20Z, *Universidad Nacional del Centro del Perú* [en

línea], [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/396>.

Basán Nickisch, M., Jordan, P., Sánchez, L., Tejerina Díaz, F., & Tosolini, R. (2018). *SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA PARA CONSUMO HUMANO, SINÓNIMO DE AGUA SEGURA* (Vol. 10). Aqua-LAC. [en línea], [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <https://funcagua.org.gt/wp-content/uploads/2020/09/2018.-Sistemas-de-captaci%C3%B3n-de-agua-de-lluvia-para-consumo-humano.pdf>

BARDALES ALAYA, R.A. y MEDINA ALCALDE, S.J., 2020. APOORTE DE LA COSECHA DE AGUA DE LLUVIA Y PROPUESTA DE RECOLECCIÓN EN RESERVORIOS MEDIANTE ACEQUIAS DE INFILTRACIÓN, CAJAMARCA 2020. [en línea], pp. 81. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/28232>.

BECERRIL LAVERSIN, 2020. *MANUAL PARA INSTALAR UN SISTEMA DE CAPTACIÓN PLUVIAL EN TU VIVIENDA* [en línea]. Mexico: Instituto Internacional de Recursos Renovables. Disponible en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/ManualCosecharLaLluvia.pdf>.

BESADA, D., 2019. Reciclaje del agua de lluvia - Blog Ingenieros & arquitectos. *Engineers & Architects* [en línea]. [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.e-zigurat.com/blog/es/reciclaje-agua-lluvia/>.

CANAZA GUTIERREZ, Irme, 2021. Aprovechamiento de las precipitaciones pluviales para consumo humano en la Institución Educativa Inicial N° 758 del Distrito de San Miguel de la Provincia de San Román. En: Accepted: 2021-08-23T14:18:13Z, *Universidad Andina «Néstor Cáceres Velásquez»* [en línea], [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/5461>.

COSTA H., REGINA, M. y ANCO P. *Calidad de las aguas meteóricas en la ciudad de Itajubá, Minas Gerais, Brasil. Revista Ambiente & Água* [online]. 2014, v. 9, n. 2 [colgunta: 29 Abril 2022] , pp. 336-346. Disponible en: <<https://doi.org/10.4136/ambiente-agua.1329>>. Epub 30 Jun 2014. ISSN 1980-993X. <https://doi.org/10.4136/ambiente-agua.1329>.

- CEPAL, 2020. El rol de los recursos naturales ante la pandemia por el COVID-19 en América Latina y el Caribe | Enfoques | Comisión Económica para América Latina y el Caribe. [en línea]. [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/enfoques/rol-recursos-naturales-la-pandemia-covid-19-america-latina-caribe>.
- CHINO CALLI, M., VELARDE COAQUIRA, E. y ESPINOZA CALSÍN, J., 2016. *Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la Comunidad de Vilca Maquera, Puno-Perú* [en línea]. 2016. S.l.: Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5645608>.
- Díaz Marquina, J., & Gálvez Correa, F. (2016). “Evaluación de la recarga hídrica del bosque relicto de Cachil-Provincia Gran Chimú desde el 2006 al 2016”. TRUJILLO: Universidad Cesar Vallejo . Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/41174>
- FEINSINGER, Peter. El Ciclo de Indagación: una metodología para la investigación ecológica aplicada y básica en los sitios de estudios socio-ecológicos a largo plazo, y más allá. Bosque (Valdivia) [online]. 2014, vol.35, n.3 [citado 2022-04-24], pp.449-457. Disponible en: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-92002014000300020&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002014000300020&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0717-9200. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002014000300020>.
- GRÁNDEZ TORRES, E.E., 2018. 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. En: Accepted: 2018-07-17T18:09:13Z, *Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto* [en línea], [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2749>.
- GUEVARA DIAZ, G., 2018. *Sistema de captación de agua pluvial para abastecer el consumo familiar de agua potable, distrito de Moyobamba – 2018* [en línea]. 2018. S.l.: s.n. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11458/3916>.
- HERNÁNDEZ, A.P., VÉLEZ, O.L.P. y GARDUÑO, M.A., 2017. Agua de lluvia para consumo humano y uso doméstico en San Miguel Tulancingo, Oaxaca\* Rainwater for human consumption and domestic use in San Miguel Tulancingo, Oaxaca. [en línea], vol. 8,



no. 6, pp. 6. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8n6/2007-0934-remexca-8-06-1427>.

HIDALGO REATEGUI, D.M. y TRIGOZO LOZANO, L.Á., 2020. TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: Ingeniero Civil. 2020 [en línea], pp. 57. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58843>.

LABS, 2020. La calidad del agua y su importancia. *AGQ Labs España* [en línea]. [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <https://agqlabs.es/tienda/2020/09/02/la-calidad-del-agua-y-su-importancia/>.

MANRIQUE, O.B., BALLAT, Y.G., NAVAS, F.D. y SANDERSON, J.L.C., 2009. Estimación del volumen potencial de agua pluvial con fines agropecuarios. , vol. 18, no. 1, pp. 5.

MARTÍNEZ LUJÁN, D.R., 2020. “APLICACIÓN DEL SISTEMA CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL Y ARQUITECTURA PAISAJISTA PARA DISEÑAR UN TERMINAL TERRESTRE EN LA CIUDAD DE TARAPOTO. [en línea], pp. 140. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/24343>.

MÜLLER, A., ÖSTERLUND, H., MARSALEK, J. y VIKLANDER, M., 2020. The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources. *Science of The Total Environment* [en línea], vol. 709, pp. 136125. [Consulta: 10 mayo 2022]. ISSN 0048-9697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2019.136125. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719361212>.

OJWANG, R., DIETRICH, Jörg, KASARGODU ANEBAGILU, P., BEYER, M. y ROTTENSTEINER, F., 2017. Agua | Texto completo gratuito | Recolección de agua de lluvia en azoteas para Mombasa: desarrollo de escenarios con clasificación de imágenes y simulación de recursos hídricos | HTML. *Water* [en línea]. [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4441/9/5/359/htm>.

OSPINA ZÚÑIGA, Ó. y RAMÍREZ ARCILA, H., 2014. Evaluación de la calidad del agua de lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en Ibagué, Tolima, Colombia. *Ingeniería Solidaria* [en línea], vol. 10, no. 17, pp. 125-138. Disponible en: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/view/812>.

PIZARRO, R., ABARZA, A., MORALES, C., CALDERÓN, R., TAPIA, J., GARCÍA, P. y CÓRDOVA, M., 2015. *Manual de diseño y construcción de sistemas de aguas*

*lluvias en zonas rurales de Chile* [en línea]. S.I.: Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.unesco.org/uy/phi>.

POSADAS, B.A., 2015. Sistema de cosecha de agua pluvial y reutilización de aguas grises de regadera en vivienda unifamiliar. En: Accepted: 2016-03-07T19:45:56Z [en línea], [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/33162>.

QUINTERO AGUDELO, A.C., VARGAS TERRANOVA, C.A. y SANABRIA ALCANTAR, J.P., 2017. Evaluación de un sistema de fotocatalisis heterogénea y pasteurización para desinfección de aguas lluvias. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina* [en línea], vol. 28, no. 1, pp. 117-134. [Consulta: 10 mayo 2022]. ISSN 1909-7735, 0124-8170. DOI 10.18359/rcin.2350. Disponible en: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/2350>.

RAHMAN, A., 2017. Recent Advances in Modelling and Implementation of Rainwater Harvesting Systems towards Sustainable Development. *Water* [en línea], vol. 9, no. 12, pp. 959. [Consulta: 10 mayo 2022]. ISSN 2073-4441. DOI 10.3390/w9120959. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4441/9/12/959>.

SAMPIERI, H. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGRAW-HILL. [en línea], vol. 4, [Consulta: 15 mayo 2022]. Disponible en: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnx0ZWNUb2xvZ2lhZGVhbGltZW50b3xneDo0MTI5ZDk4NGExNzBIMzRk>

SALINAS JORGE, C.O., 2021. *Diseño de un sistema de reutilización de aguas pluviales para promover la sostenibilidad en viviendas del barrio Chanchas La Libertad – Huayucachi 2021* [en línea]. 2021. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/61611>.

SHADEED, S. y ALAWNA, S., 2021. Optimal Sizing of Rooftop Rainwater Harvesting Tanks for Sustainable Domestic Water Use in the West Bank, Palestine. [en línea], [Consulta: 10 mayo 2022]. ISSN 2073-4441. Disponible en: <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/7295105>.

## ANEXOS

### ANEXO 01: Matriz de operacionalización de variables

Título del trabajo de investigación: Estimación del volumen potencial y calidad de agua pluvial para su aprovechamiento en la Institución Educativa N°70568, microcuenca Laguna de Chacas, 2022.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN
Estimación del volumen potencial	Se expresa que el agua de lluvia representa un enorme potencial que el hombre dispone para su desarrollo integral y sostenible (Salinas Jorge, 2021, p. 14)	En el presente trabajo se logra calcular el volumen de agua de Lluvia mediante operaciones aritméticas y con relación del área de captación se aplicará operaciones geométricas, los datos que se recolectarán serán por medio de la ficha de registro de precipitación y la ficha de observación de las características de la institución educativa respectivamente.	Precipitación en la microcuenca	Precipitación media anual	mm	De razón
			Captación útil	Tipo de infraestructura	Material del techo	
Coeficiente de escorrentía	Grado de impermeabilidad					
Área de captación	m <sup>2</sup>					
Calidad de agua pluvial para su aprovechamiento	La calidad del agua de lluvia no ha sido estudiada a profundidad, sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas son desconocidas en algunas áreas urbanas, pero depende de diferentes componentes presentes en el aire debido a las actividades humanas y condiciones naturales.(Ospina Zúñiga y Ramírez Arcila 2014, p. 128)	Se determinará la calidad el agua por medio de un laboratorio donde indicara los resultados que serán interpretados por el investigador en el cual determinara si es óptimo para el consumo humano. Se utilizará una ficha de observación de las características físicas, químicas y bilógicas del agua pluvial, también se realizará conversión de unidades para trabajar en litros.	Calidad del agua	pH turbiedad Alcalinidad Conductividad Cloro Coliformes totales Coliformes fecales	Unidad de pH UTM mg/l µS/cm mg/l NMP/100ml NMP/100ml	
			Consumo diario	Dotación	l/d/persona	
			Tipo de uso del agua almacenado	Consumo humano		

**Anexo 2.** Precipitación mensual (mm) de los últimos 10 años de la Laguna de Chacas.

Departamento: PUNO                      Provincia: LAMPA                      Distrito: LAMPA  
 Latitud: 15°21'39.9" S                      Longitud: 70°22'27" W                      Altitud: 3866 msnm.  
 Tipo: Convencional - Meteorológica                      Código: 100081

<b>año/mes</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>total</b>
2011	97.8	213.5	105.4	14.1	7.2	0	4.8	4.3	39.6	77.9	93.3	344.1	1002.0
2012	138.1	238.1	97.6	80.4	0	0	1.7	8.3	2.9	23.4	61.5	212.2	864.2
2013	111.1	109.6	143.4	14.3	25.1	13.9	2.2	10.7	11.7	35.6	58.4	140.1	676.1
2014	221.3	106.6	88.5	45.8	0	0	4.7	8.5	46.4	94	37.7	96.3	749.8
2015	106	143.5	83.5	114.9	4.9	1.8	2.7	10.2	65.7	45.9	41.8	85	705.9
2016	55.3	207.8	61.1	66.5	0.1	0.4	9.4	3.2	9.1	42.8	23.3	90.9	569.9
2017	155.6	133.6	178.3	70	24.5	0.1	5.1	0.3	44.7	60	77.3	130.9	880.4
2018	134.5	177.1	126.2	32.4	5.6	18.7	34.8	30.3	1.3	138.1	66.4	118.1	883.5
2019	154.8	142.1	101.8	89.5	13.4	5.9	7.8	0	44.9	64.8	85.4	78.7	789.1
2020	118.9	188.2	65.7	s/d	s/d	0	0.4	0	29.9	85.2	13.2	73.9	575.4
2021	201	71.7	121.1	12.2	5.5	3.2	0	0.6	46.7	41.5	57	134.3	694.8
<b>promedio mensual</b>	<b>135.9</b>	<b>157.4</b>	<b>106.6</b>	<b>54.0</b>	<b>8.6</b>	<b>4.0</b>	<b>6.7</b>	<b>6.9</b>	<b>31.2</b>	<b>64.5</b>	<b>55.9</b>	<b>136.8</b>	<b>768.5</b>

Fuente: Senamhi

s/d: Sin datos


**Anexo 3:** Días laborables año 2022 de la institución educativa N° 70568.

Se determino contando los días laborables de lunes a viernes y se descontaron los días sábados - domingos y días feriados según el calendario del año 2022

<b>MESES</b>	<b>DÍAS LABORABLES</b>
Marzo	14
Abril	21
Mayo	22
Junio	21
Julio	19
Agosto	12
Setiembre	22
Octubre	21
Noviembre	21
Diciembre	11
<b>TOTAL</b>	<b>184 días</b>

Fuente: elaboración del investigador

**ANEXO 4:** validación de los instrumentos de recolección de datos

 Universidad César Vallejo	Ficha de observación de la caracterización de la institución educativa	Instrumento N°2
Título	Estimación del volumen potencial y calidad del agua pluvial para su aprovechamiento en la institución educativa N°70568, laguna de Chacas, 2022*	

**DATOS GENERALES**

**1. Ubicación de la institución educativa:**

Región: PUNO Provincia: San ROMÁN  
 Distrito: JULIACA Comunidad: KOKAN

**2. Coordenadas de la institución educativa:**

Este: 37°03'47.222" norte: 82°59'08.2" Altitud: 3847

**3. Información de la institución**

Zona de ubicación: Urbano ( ) Rural (  )  
 Tipo de institución educativa: Privado ( ) Estatal (  )

**4. Población:**

Población	Cantidad
Número de estudiantes	<u>06</u>
Numero de docente:	<u>01</u>
Numero de personal de servicio	<u>00</u>
<b>Total</b>	<u>07</u>

**5. Fuente de agua**

Tipo de fuente de agua	Marcar (x)	Observación
Pozo tubular	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>AGUA CON OLOR DESAGRADABLE</u>
Rio	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS</u>
Red de suministro		
Otro		

**6. Material de construcción del techo de la institución educativa**

Material del techo	Marca (x)
Calamina	<input checked="" type="checkbox"/>
Concreto	<input type="checkbox"/>
Paja	<input type="checkbox"/>
Teja	<input type="checkbox"/>

**7. Dimensiones y cantidad de ambientes en la institución educativa.**

Descripción	cantidad	Ancho (m)	Largo (m)
Almacén	1		
Dirección	1		
Aula de estudiantes	1		
Cocina	1		
Baños (letrinas)			

Observación: LOS AMBIENTES DE ALMACÉN, DIRECCIÓN Y AULA DE ESTUDIANTES ESTAN EN UNA SOLA INFRAESTRUCTURA, CON UNA DIMENSIÓN DEL TECHO DE



JAVIER ARTURO  
 COJORQUEZ GANDARILLAS  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 28332

Firma del experto  
 CIP:  
 DNI:  
 Teléfono: 950964225




Ing. Edy Colquhuanca Borda  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 58771

Firma del experto  
 CIP:  
 DNI:  
 Teléfono: 965936560




Karen Kelly Quipe Quiso  
 CIP 194084

Firma del experto  
 CIP:  
 DNI:  
 Teléfono: 920869679

## ANEXO 5: Solicitud a ONG Suma Marka

AÑO DEL FORTALECIMIENTO D LA SOBERANÍA NACIONAL

Juliaca, 8 de marzo del 2022

SEÑOR : DIRECTOR DE LA ONG SUMA MARKA ONGD  
ASUNTO : Solicito financiamiento para la implementación del sistema de captación de agua pluvial en la institución educativa N°70568 KOKAN.

Mediante el presente tengo el grado de dirigirme Ud. con la finalidad de manifestarle lo siguiente.

Yo Luis Marol Challapa Pampa identificado con DNI N°76054080 Solicito financiamiento para la implementación de un sistema de captación de agua pluvial en la institución educativa N°70568 – Kokan donde vengo desarrollando mi proyecto de investigación titulado **Estimación del volumen potencial y calidad de agua pluvial para su aprovechamiento en la Institución Educativa N°70568, microcuenca Laguna de Chacas, 2022.** Con la finalidad de brindar una fuente de agua optima para el consumo humano y así mejorar su calidad de vida.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para expresarle los sentimientos de mayor estima personal.

Dios guarde a ud

  
LUIS MAROL CHALLAPA PAMPA  
DNI N°76054080  
CEL: 951440464

- Adjunto mi proyecto de tesis



## ANEXO 6: Resultados del laboratorio de calidad ambiental- UANCV



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL  
**LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL**



RESULTADO DE ANALISIS EN CALIDAD DE AGUA

INFORME DE ENSAYO N° 014 - 2022

**I. DATOS DEL SOLICITANTE**

SOLICITANTE	Luis Marol Challapa Pampa
PROYECTO	ESTIMACION DEL VOLUMEN POTENCIAL Y CALIDAD DEL AGUA PLUVIAL PARA EL APROVECHAMIENTO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 70568, MICROCUENCA LAGUNA CHACAS 2022
MUESTREADO POR	El cliente
FECHA DE RECEPCION	10 de marzo del 2022
FECHA DE ANALISIS	10 al 14 de marzo del 2022

**II. DATOS DE MUESTREO**

DEPARTAMENTO	Puno
PROVINCIA	San Román
DISTRITO	Juliaca

CÓDIGO	ORIGEN DE LA MUESTRA	COORDENADAS	FECHA Y HORA DE MUESTREO
M - 1	Agua pluvial	E. 370347.272 N. 8296500.032	10/03/2022 10:00 a. m.

**III. RESULTADOS**

**3.1. PARAMETROS FÍSICOS**

N°	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO (M-1)
1	Temperatura	°C	12
2	Turbidez	NTU	1.2
5	Conductividad Eléctrica	µS/cm	18

**3.2. PARAMETROS QUÍMICOS**

N°	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO
1	pH	-	6.3
2	Cloro Residual	mg/l	0
3	Plomo	mg/l	0

**3.3. PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS**

N°	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO
1	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	<3
2	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	<3

**IV. METODO DE ENSAYO**

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los *Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales, APHA, AWW, WEF. 21th ed. 2005*

Juliaca, 25 de abril del 2022

UNIVERSIDAD ANDINA  
 "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
  
 Ing. Javier A. Bojórquez Gandarillas  
 CIP. 126368  
 JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL - FICP



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CACERES VELASQUEZ  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL  
**LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL**



**RESULTADO DE ANALISIS EN CALIDAD DE AGUA**

**INFORME DE ENSAYO N° 015 - 2022**

**I. DATOS DEL SOLICITANTE**

SOLICITANTE Lun Marol Challapa Pampa  
 PROYECTO ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POTENCIAL Y CALIDAD DEL AGUA PLUVIAL PARA EL APROVECHAMIENTO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 70568, MICROCUENCA LAGUNA CHACAS 2022  
 MUESTREADO POR El cliente  
 FECHA DE RECEPCION 30 de marzo del 2022  
 FECHA DE ANALISIS 30 al 03 de abril del 2022

**II. DATOS DE MUESTREO**

DEPARTAMENTO Puno  
 PROVINCIA San Román  
 DISTRITO Juliaca

CÓDIGO	ORIGEN DE LA MUESTRA	COORDENADAS	FECHA Y HORA DE MUESTREO
M - 2	Agua pluvial	E: 370347.272 N: 8296500.032	30/03/2022 2:00 p. m.

**III. RESULTADOS**

**3.1. PARAMETROS FÍSICOS**

N°	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO (M-1)
1	Temperatura	°C	15
2	Turbidez	NTU	0.82
5	Conductividad Electrica	µS/cm	15

**3.2. PARAMETROS QUÍMICOS**

N°	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO
1	pH	-	6.16
2	Cloro Residual	mg/l	0
3	Plomo	mg/l	0.00094

**3.3. PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS**

N°	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO
1	Coliformes totales	NMP/100ml	40
2	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	<3

**IV. METODO DE ENSAYO**

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los *Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales, APHA-AWW.WEF, 21th ed. 2005*

Juliaca, 25 de abril del 2022

UNIVERSIDAD ANDINA  
 "NÉSTOR CACERES VELASQUEZ"  
  
 Ing. Javier A. Bojórquez Gandarillas  
 CIP. 126368  
 JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL - FICP



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL**

**RESULTADO DE ANALISIS EN CALIDAD DE AGUA**

**INFORME DE ENSAYO N° 016 - 2022**

**I. DATOS DEL SOLICITANTE**

SOLICITANTE Luis Marol Challapa Pampa  
PROYECTO ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POTENCIAL Y CALIDAD DEL AGUA PLUVIAL PARA EL APROVECHAMIENTO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 70568, MICROCUENCA LAGUNA CHACAS 2022  
MUESTREO POR El cliente  
FECHA DE RECEPCIÓN 17 de abril del 2022  
FECHA DE ANALISIS 17 al 21 de abril del 2022

**II. DATOS DE MUESTREO**

DEPARTAMENTO Puno  
PROVINCIA San Román  
DISTRITO Juliaca

CÓDIGO	ORIGEN DE LA MUESTRA	COORDENADAS	FECHA Y HORA DE MUESTREO
M - 3	Agua pluvial	E: 370347.272 N: 8296500.032	17/04/2022 2:00 p. m

**III. RESULTADOS**

**3.1. PARAMETROS FÍSICOS**

N°	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO (M-1)
1	Temperatura	°C	12
2	Turbidez	NTU	1.3
5	Conductividad Eléctrica	µS/cm	18

**3.2. PARAMETROS QUÍMICOS**

N°	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO
1	pH	-	6.6
2	Cloro Residual	mg/l	1.2
3	Plomo	mg/l	0.00098

**3.3. PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS**

N°	PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO
1	Coliformes totales	NMP/100ml	<3
2	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	<3

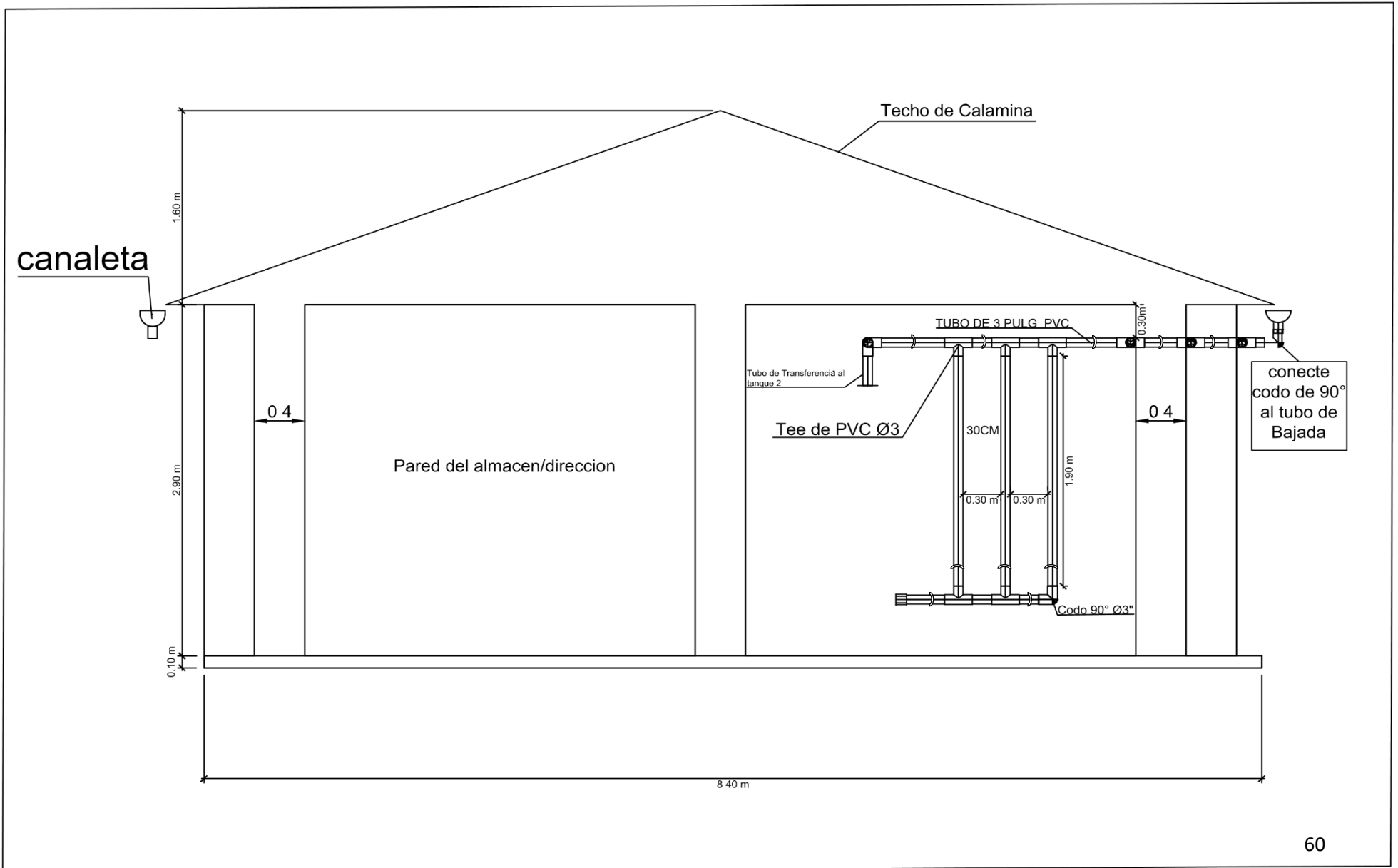
**IV. METODO DE ENSAYO**

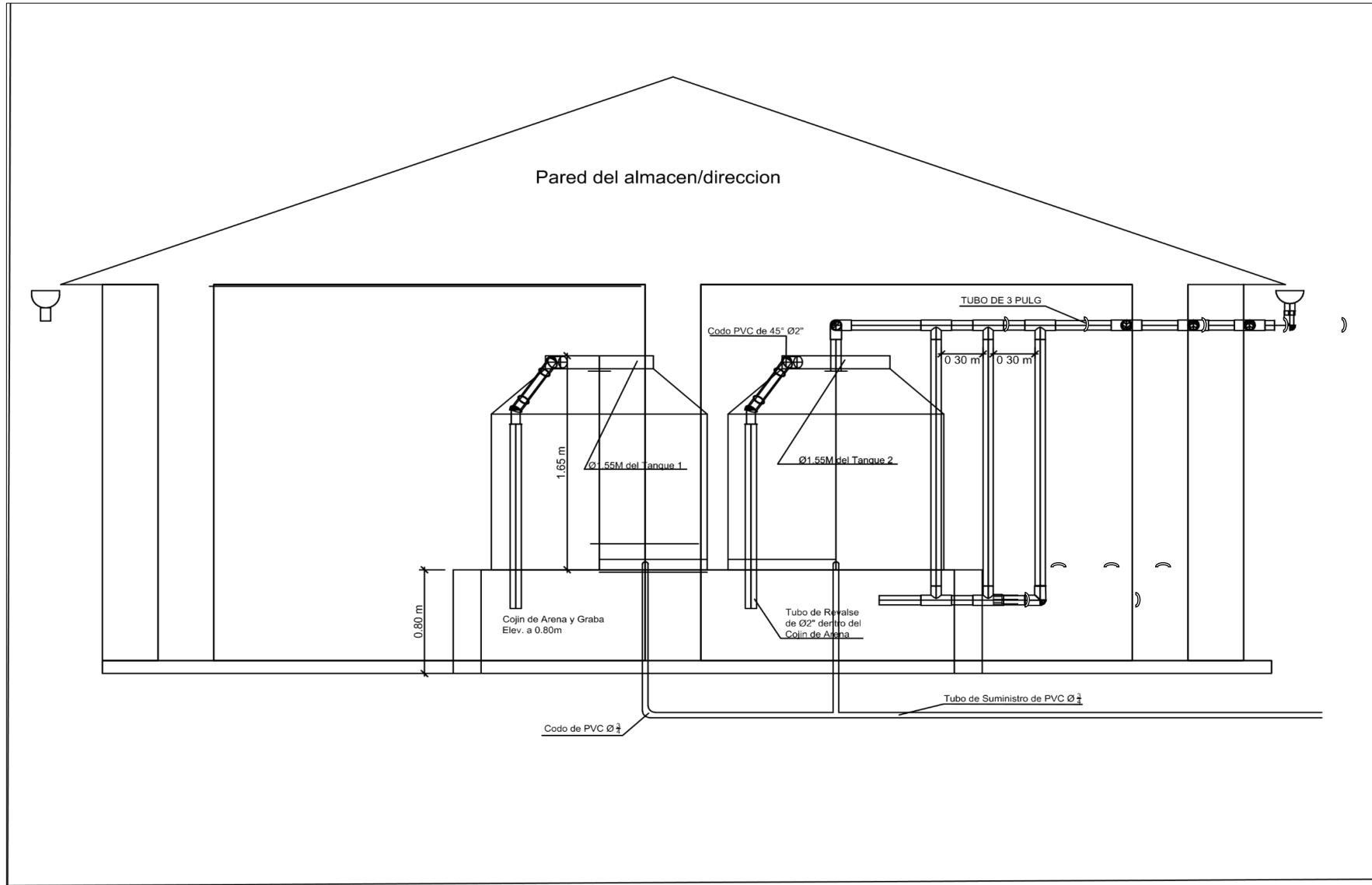
Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los *Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales, APHA.AWW.WEF. 21th ed. 2005*

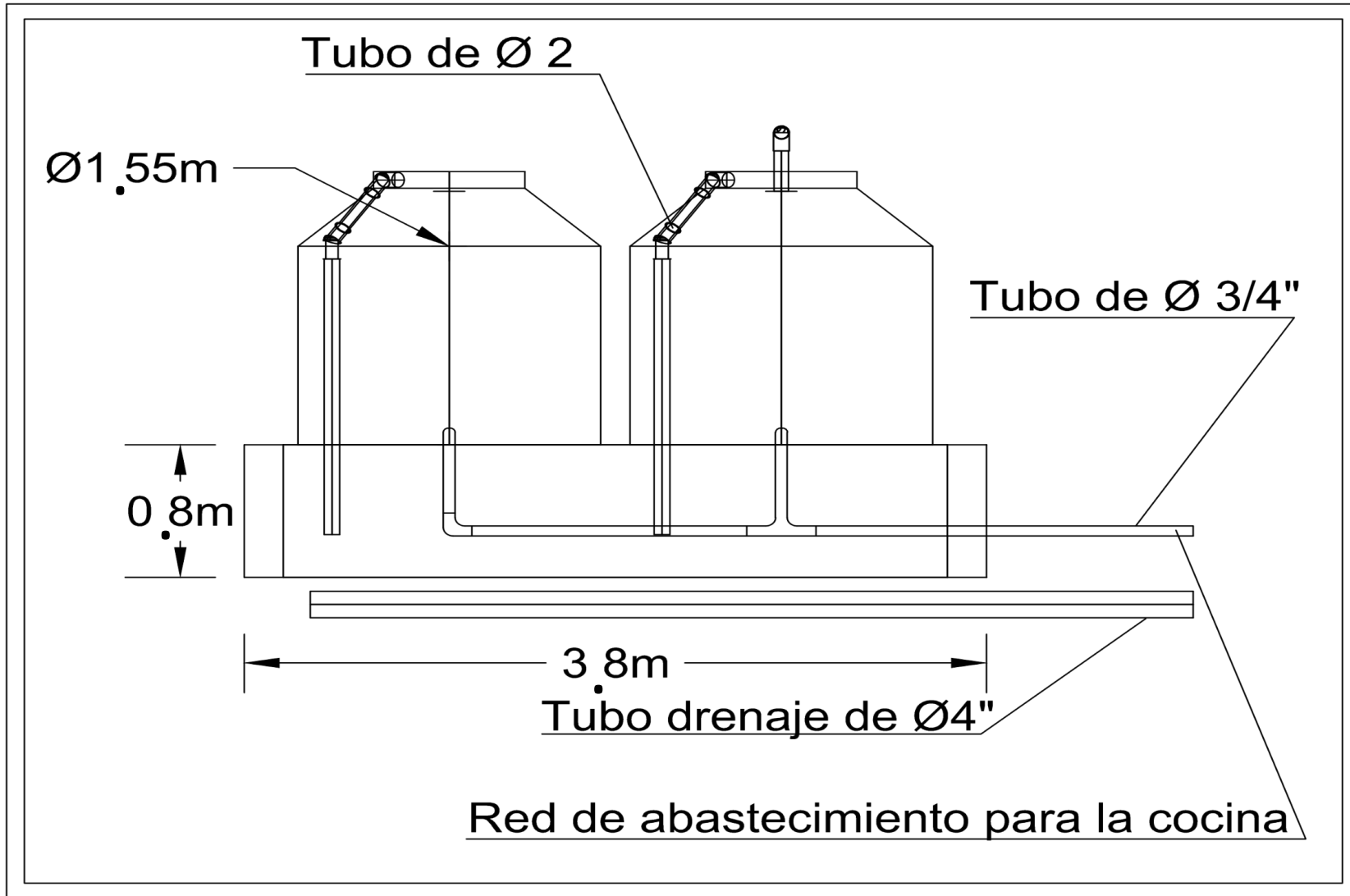
Juliaca, 25 de abril del 2022

UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
  
Ing. Javier A. Bojórquez Gandañillas  
CIP. 126368  
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL - FICP

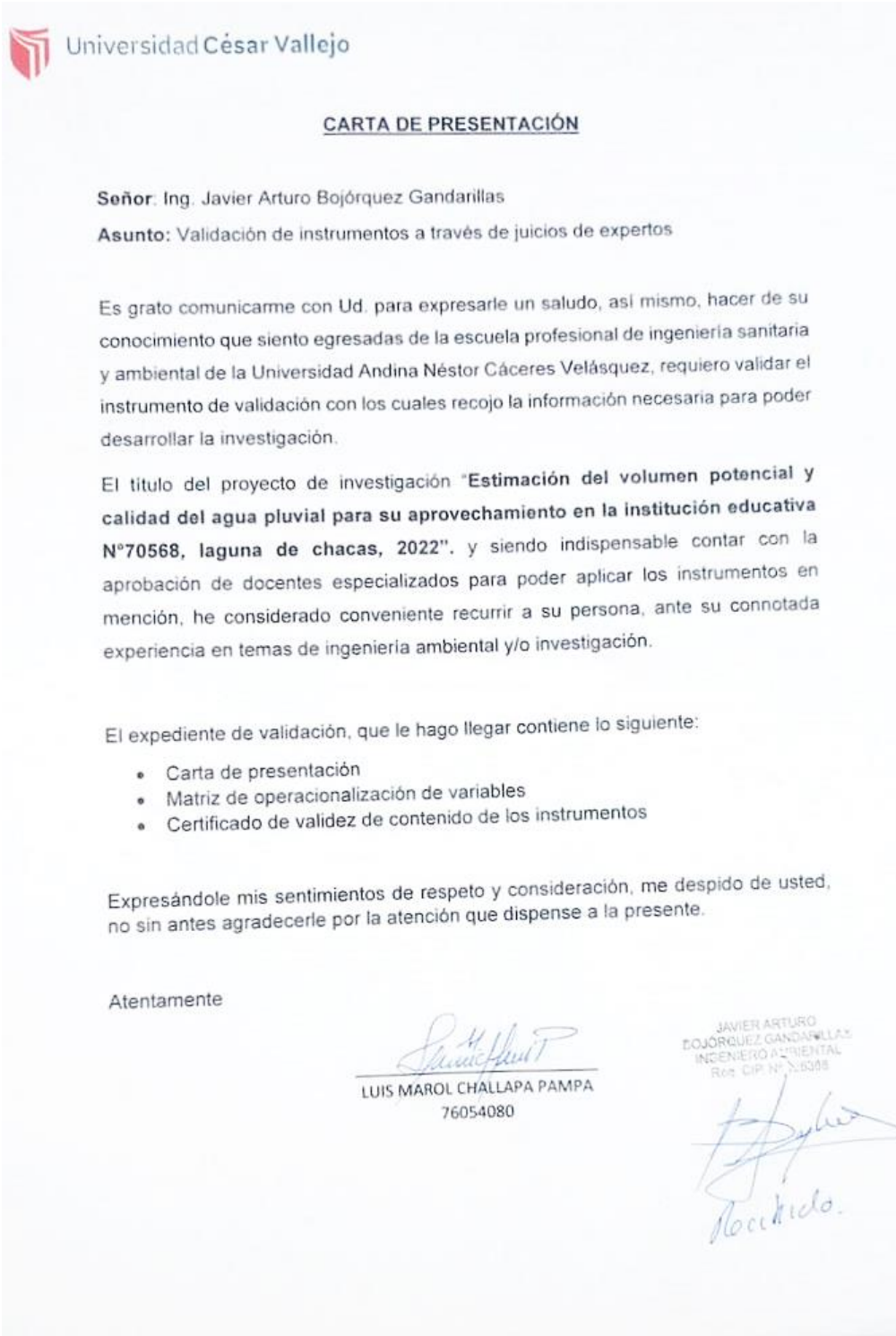
**ANEXO 7: Planos del sistema de captación de agua pluvial para la institución educativa N°70568 Kokan .**







## Anexo 8: Validación de los instrumentos de recolección de datos.



CARTA DE PRESENTACIÓN

**Señor:** Ing. Karen Kelly Quispe Quispe

**Asunto:** Validación de instrumentos a través de juicios de expertos

Es grato comunicarme con Ud. para expresarle un saludo, así mismo, hacer de su conocimiento que siento egresadas de la escuela profesional de ingeniería sanitaria y ambiental de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, requiero validar el instrumento de validación con los cuales recojo la información necesaria para poder desarrollar la investigación.

El título del proyecto de investigación "**Estimación del volumen potencial y calidad del agua pluvial para su aprovechamiento en la institución educativa N°70568, laguna de chacas, 2022**". y siendo indispensable contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a su persona, ante su connotada experiencia en temas de ingeniería ambiental y/o investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente

  
LUIS MAROL CHALLAPA PAMPA  
76054080

  
 Karen Kelly Quispe Quispe  
CIP 194084





CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Ing. Edy Colquehuanca Borda

Asunto: Validación de instrumentos a través de juicios de expertos

Es grato comunicarme con Ud. para expresarle un saludo, así mismo, hacer de su conocimiento que siento egresadas de la escuela profesional de ingeniería sanitaria y ambiental de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, requiero validar el instrumento de validación con los cuales recojo la información necesaria para poder desarrollar la investigación.

El título del proyecto de investigación es **estimación del volumen potencial y calidad del agua pluvial para su aprovechamiento en la institución educativa N°70568, laguna de chacas, 2022.** y siendo indispensable contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a su persona, ante su connotada experiencia en temas de ingeniería ambiental y/o investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente

LUIS MAROL CHALLAPA PAMPA  
760540480



## Validación del instrumento de recolección de datos

### Definición conceptual de las variables y dimensiones

#### 1. Variable estimación del volumen potencial

Se determina por el volumen que se puede captar por medio de un techo o zona de azotea por donde cae y se filtra el agua pluvial para su captación. El tamaño del área de captura y la cantidad de agua que cae determinarán la cantidad de líquido que se puede capturar. (Becerril Lavarsin 2020, p. 25). Se expresa que el agua de lluvia representa un enorme potencial que el hombre dispone para su desarrollo integral y sostenible. (Salinas Jorge, 2021)

##### 1.1. Dimensiones

- Precipitación en la microcuenca. - La precipitación es la caída de partículas de agua líquidas o sólidas desde las nubes a medida que viajan a través de la atmósfera hacia la tierra. La precipitación es la cantidad de lluvia que pasa por un lugar durante un tiempo determinado.
- Captación útil. - La recolección de agua de lluvia es la recolección, transporte y almacenamiento del agua de lluvia que cae a la superficie, de forma natural. La captación de agua pluvial en las localidades puede ser de cualquier infraestructura como edificios, almacenes, casas, terminales terrestres, etc.

#### 2. Variable Calidad de agua pluvial para su aprovechamiento

La calidad del agua de lluvia no ha sido estudiada a profundidad, sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas son desconocidas en algunas áreas urbanas, pero depende de diferentes componentes presentes en el aire debido a las actividades humanas y condiciones naturales. (Ospina Zúñiga y Ramírez Arcila 2014, p. 128)

## 2.1. Dimensiones

- **Calidad del agua**

Conjunto de condiciones que se entienden como niveles aceptables que deben cumplirse para proteger los recursos hídricos y la salud de las personas en un territorio determinado.

- **Consumo diario**

Es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual; sus unidades están en lts/hab/día.

- **Tipo de uso del agua almacenado**

Utilizamos el agua para beber, para lavar los platos, para tomar una ducha, para tirar de la cisterna en el servicio, para cocinar y para muchos otros propósitos. Pero el agua se utiliza no solamente para los propósitos domésticos, los seres humanos también utilizan el agua en las industrias y en la agricultura.

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°1

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **BOJORQUEZ GANDARILLAS, JAVIER ARTURO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **DIRECTOR DEL A ESCUELA PROFESIONAL DE IAG SANITARIA YAMB.**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **ING. AMBIENTAL**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de registro de datos de precipitación.**
- 1.5. Autor del Instrumento: **Luis Marol Challapa Pampa**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. Objetividad	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
3. Actualidad	Existe una organización lógica.												✓	
4. Organización	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												✓	
5. Suficiencia	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

92

  
 JAVIER ARTURO  
 BOJORQUEZ GANDARILLAS  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 26388


Firma del experto

CIP:

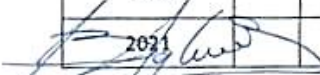
DNI:

Teléfono: 950964225



 Universidad César Vallejo		Ficha de registro de datos de precipitación				Instrumento N°1	
Titulo		Estimación del volumen potencial y calidad del agua pluvial para su aprovechamiento en la institución educativa N°70568, laguna de Chacas, 2022*					
<b>DATOS GENERALES</b>							
Estación meteorológica		L. AMPA					
Departamento:	PUNO	Provincia:	SAN ROMÁN	Distrito:	ZAPPA		
Latitud:	15° 21' 59.1" S	Longitud:	76° 22' 29" W	Altitud:	3866		
Tipo	CONVENCIÓN METEOROLÓGICA	Código:	1000B1	Dato meteorológico	PRECIPITACIÓN		

año/mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	total
2012													
2013													
2014													
2015													
2016													
2017													
2018													
2019													
2020													
2021													

  
 JAVIER ARTURO  
 EQUI GANDARILLAS  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Red. CIP. N° 226388

Firma del experto  
 CIP:  
 DNI:  
 Teléfono: 950 964225

  
  
 Ing. Eddy Colquhuanca Borda  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 58771

Firma del experto  
 CIP:  
 DNI:  
 Teléfono: 965936560

  
  
 Karen Kelly Quispe Quispe  
 CIP 194064

Firma del experto  
 CIP:  
 DNI:  
 Teléfono: 920869679

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°2

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **COLQUEHUANCA BORDA EBY**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **DOCENTE DE U UANCV**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **ING. CIVIL**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de observación de la caracterización de la institución educativa**  
 1.5. Autor de Instrumento: **Luis Marol Challapa Pampa**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓		
2. OBJETIVIDAD	Este adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓		
3. ACTUALIDAD	Existe una organización lógica.													✓		
4. ORGANIZACIÓN	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓		
5. SUFICIENCIA	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											✓				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓			

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

A

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

92




*Eby Colquehuanca Borda*  
 Ing. Eby Colquehuanca Borda  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 50771

Firma del experto

CIP:

DNI:

Teléfono: 965936560

 Universidad César Vallejo	Ficha de observación de la caracterización de la institución educativa	Instrumento N°2
Título	Estimación del volumen potencial y calidad del agua pluvial para su aprovechamiento en la institución educativa N°70568, laguna de Chacas, 2022*	

### DATOS GENERALES

#### 1. Ubicación de la institución educativa:

Región: ..... PUNO ..... Provincia: ..... SAN ROMÁN .....  
 Distrito: ..... JULIACA ..... Comunidad: ..... KOKAN .....

#### 2. Coordenadas de la institución educativa:

Este: 37.03.47.22.2... norte: 82°50.02 Alitud: ...3847.....

#### 3. Información de la institución

Zona de ubicación: Urbano ( ) Rural ( X )

Tipo de institución educativa: Privado ( ) Estatal ( X )

#### 4. Población:

Población	Cantidad
Número de estudiantes	06
Numero de docente:	01
Numero de personal de servicio	00
<b>Total</b>	<b>07</b>

#### 5. Fuente de agua

Tipo de fuente de agua	Marcar (x)	Observación
Pozo tubular	X	AGUA CON OLORES DESAGRADABLES
Rio	X	PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS
Red de suministro		
Otro		

**6. Material de construcción del techo de la institución educativa**

Material del techo	Marca (x)
Calamina	<input checked="" type="checkbox"/>
Concreto	<input type="checkbox"/>
Paja	<input type="checkbox"/>
Teja	<input type="checkbox"/>

**7. Dimensiones y cantidad de ambientes en la institución educativa.**

Descripción	cantidad	Ancho (m)	Largo (m)
Almacén	1		
Dirección	1		
Aula de estudiantes	1		
Cocina	1		
Baños (letrinas)			

Observación: *LOS AMBIENTES DE ALMACÉN, DIRECCIÓN Y AULA DE ESTUDIANTES ESTÁN EN UNA SOLA INFRAESTRUCTURA, CON UNA DIMENSIÓN DEL TECHO DE*

  
 JAVIER ARTURO  
 COJÓRQUEZ GANDARILLAS  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 26382

Firma del experto  
 CIP:  
 DNI:  
 Teléfono: 950964225

   
 Ing. Edy Colquhuanca Borda  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 58771

Firma del experto  
 CIP:  
 DNI:  
 Teléfono: 965936560

   
 Karen Kelly Quipe Quipe  
 CIP 194084

Firma del experto  
 CIP:  
 DNI:  
 Teléfono: 920 86 9679



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°3

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: QUISPE QUISPE, KAREN KELLY  
 1.2. Cargo e institución donde labora: ENCARGADA DEL LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: ING. AMBIENTAL  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena custodia - Matriz de agua  
 1.5. Autor del Instrumento: Luis Marol Challapa Pampa

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. Objetividad	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
3. Actualidad	Existe una organización lógica.											✓		
4. Organización	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
5. Suficiencia	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓		✓	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos										✓			
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN


  
 Karen Kelly Quispe Quispe  
 CIP 194084

Firma del experto

CIP:

DNI:


Teléfono: 920 869679

 Universidad César Vallejo	<b>Ficha de observación de las características física, químicas y biológicas del agua pluvial</b>	Instrumento N°3
<b>Título</b>	Estimación del volumen potencial y calidad del agua pluvial para su aprovechamiento en la institución educativa N°70568, laguna de Chacas, 2022*	

**DATOS GENERALES**

<b>Datos del solicitante:</b>	LUS MAROL CHALLAPA PAPA		
<b>Nombre del proyecto:</b>	ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POTENCIAL Y CALIDAD DEL AGUA PLUVIAL PARA EL APROVECHAMIENTO EN LA I.E. N° 70568, LAGUNA DE CHACAS		
<b>Departamento</b>	POVO	<b>Provincia</b>	JANAYAN
<b>Distrito</b>	JULIACA	<b>Lugar</b>	KOKAÑI

Descripción de muestra				Parámetros físico químico y biológico							
Punto de muestreo	Muestreo	Ubicación	N° de frascos		Turbiedad	pH	Coliformes termo tolerantes	Coliformes totales	Conductividad eléctrica	Cloro residual	Temperatura °C
		Coordenadas (UTM)	V	P							
M1	F: 10/03/22	N: 8296500.032									
	H: 10:00 AM	E: 370347.272									
M2	F: 30/03/22	N: 8296500.032									
	H: 2:00 PM	E: 370347.272									
M3	F: 17/04/22	N: 8296500.032									
	H: 2:00 PM	E: 370347.272									

	<b>Muestreado Por:</b>	<b>Recepción de muestra</b>
<b>Nombre</b>	LUS MAROL CHALLAPA PAPA	
<b>Fecha</b>	10, 30, DE MARZO Y 17 DE ABRIL	
<b>firma</b>		

  
**JAVIER ARTURO COJÓRQUEZ GANDARILLAS**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP. N° 266388

  
**Ing. Eddy Colapinto Borda**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 59771

  
**Karra Kelly Chupe Chupe**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 194084

**Firma del experto**  
 CIP:  
 DNI:  
 Teléfono: 950964225

**Firma del experto**  
 CIP:  
 DNI:  
 Teléfono: 985936560

**Firma del experto**  
 CIP:  
 DNI:  
 Teléfono: 920869679