



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE
AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA
POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE
AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA
POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

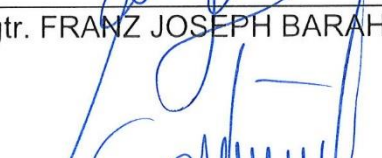
PRESIDENTE


: _____
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO


: _____
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO


: _____
M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS


: _____
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1566-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 25 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 17198 presentado por el (la) Bachiller: **MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS**, la misma que pertenece a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Mgtr. **SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS.**

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Viernes 29 de noviembre del 2024
- * **HORA** : 9:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



[Signature]
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1145-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 13432 por el señor (a): **MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1099 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 075- 2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 075- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS**, Correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 838-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 20 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-09929, presentado el señor (a) MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 803 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 101-2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 101-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Mgtr. **SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. MITHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Ruffino Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIONES DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	16%
2	apartamentosloshuertos.com Fuente de Internet	2%
3	docplayer.es Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1%
5	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1%
6	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	bolsa-trabajo.upads.edu.pe Fuente de Internet	<1%

8 www.repositorio.upp.edu.pe



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	77486711
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-1133-1486
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02383061
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-8660-8733
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	Saneamiento Ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Cabanillas Antahuila Rinconada Ananea Coordenadas: Latitud: -15.6421713 Longitud: -70.3500939 URL Maps https://maps.app.goo.gl/pYTcFmFgQuvpRiNy9</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 – Noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

DIRECTOR

Dr. Efraín Pazillo Sosa
DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo Gomez Flores Miguel Angel, identificado con DNI Nro. _____, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería sanitaria y ambiental

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

Evaluación del aprovechamiento de captación de agua de lluvia, para optimizar el uso de agua potable en el distrito de Cabanillas

Asesorado por: MgTr. Salvador Teodoro Valdivia Cardenas

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.


Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 23 de diciembre del 2024


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

*Ante todo, estoy
agradecido a
Diosito por darme
la el vivir y por
darme la fortaleza
que necesito para
seguir en camino
incluso cuando
cometo errores.*

*Estoy muy agradecido a
mi familia por su apoyo
inquebrantable e
inigualable, sabiendo
siempre cómo levantarme
el ánimo.*



AGRADECIMIENTO

Expreso mi gratitud a Diosito por todas las personas que conlleva a mi camino, que me han permitido terminar esta tarea.

Ø A todos los profes de la EPISA que compartieron sus conocimientos conmigo a lo largo del desarrollo de mi carrera.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática	1
1.2. Problema	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos.	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Hipótesis de la investigación	3
1.4.1. Hipótesis general.....	3



1.4.2. Hipótesis Específicas 4

1.5. Justificación 4

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación..... 6

 2.1.1. A nivel global 6

 2.1.2. A nivel nacional 8

 2.1.3. A nivel local 11

2.2. Marco teórico 12

 2.2.1. La precipitación 12

 2.2.2. Sistema de captación de agua de lluvia..... 16

 2.2.3. Principales sistemas de captación de agua de lluvia 17

 2.2.4. Clasificación de los sistemas de captación de agua de lluvia. 18

 2.2.5. Consideraciones para diseño del sistema de captación de agua de
 lluvia. 21

 2.2.6. Componentes de los sistemas de captación de agua de lluvia. 25

 2.2.7. Calidad de agua..... 32

 2.2.8. Características físicas del agua. 32

 2.2.9. Características químicas del agua. 33

2.3. Definición de términos..... 34



2.3.1. Términos hidráulicos. 34

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Descripción de la zona de estudio:..... 36

 3.1.1. Ubicación y extensión del área de estudio..... 36

3.2. Diagnóstico del ámbito de estudio en el distrito de Cabanillas..... 38

 3.2.1. Aspectos socioeconómicos de la población. capital humano. 40

 3.2.2. Social e institucional 45

 3.2.3. Los recursos naturales..... 46

3.3. Metodología para la evaluación y diseño de captación de agua de lluvia en viviendas rurales en Cabanillas. 48

 3.3.1. Información básica. 48

 3.3.2. Metodología de la evaluación de los techos de las viviendas 49

 3.3.3. Metodología del aspecto técnico..... 49

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de la evaluación de los techos de las viviendas rurales para la captación de agua de lluvia con fines de consumo doméstico, en molino. .. 62

 4.1.1. Resultados de la evaluación de los techos de las viviendas en el área de estudio en molino del distrito de cabanillas 62

 4.1.2. Resultados del diagnostico..... 64



4.1.3. Resultados del sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico a nivel familiar en viviendas rurales en molino del distrito Cabanillas.....	66
4.1.4. Aspectos técnicos del sistema de captación del agua de lluvia para uso doméstico y consumo humano a nivel familiar.....	67
4.2. Resultados del diseño del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia para el consumo doméstico en las viviendas rurales del distrito de Cabanillas, provincia de San Forman.	76
4.2.1. Resultados:	76
CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	86
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	87
Anexo 2: Ficha técnica	89
Anexo 3: Validación de instrumento	91



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Abastecimiento de agua potable en el área de estudio.....	38
Tabla 2. Sistema de alcantarillado en el área de estudio.....	39
Tabla 3. Aspectos de las viviendas en el área de estudio.....	40
Tabla 4. Aspectos de las viviendas en el área de estudio.....	40
Tabla 5. Población total, por área urbana y rural, según Sexo del dpto., provincia y distrito.....	41
Tabla 6 Población objetivo del proyecto.....	41
Tabla 7 Evolución de la población económicamente activa.....	42
Tabla 8. Población económicamente activa por grupos de edad del distrito de Cabanillas, según ramas de actividad.....	42
Tabla 9. Evolución de la población económicamente activa.....	44
Tabla 10. Población y situación de infraestructura educativa, según niveles del distrito de Cabanillas – 2007.....	44
Tabla 11. Población de 3 años a mas, distrito de J Cabanillas según sexo y condición de alfabetismo.....	45
Tabla 12. Número de Familias en la organización.....	45
Tabla 13. Servicio de energía eléctrica en el área de estudio.....	46
Tabla 14.	47
Tabla 15. Producción agrícola en el distrito de Cabanillas en t.m. y has (2002- 2005)....	48
Tabla 16. Estación meteorológica.....	48
Tabla 17. Resumen de parámetros Meteorológicos de la Estación Cabanillas (1969- 2012).....	49
Tabla 18. Dotación por Región.....	51



Tabla 19. Cantidad de Agua que necesitamos.....	51
Tabla 20. Coeficientes de escurrimiento (Ce) de los diferentes materiales en el área de captación.....	52
Tabla 21. Volumen de agua captado en litros con relación al área de captación y a la precipitación pluvial promedio.....	53
Tabla 22. Altura, área hidráulica, Perímetro mojado y Radio hidráulico en secciones para colectar el agua de lluvia.....	58
Tabla 23. Parámetros, LMP de la calidad de agua.....	61
Tabla 24.	63
Tabla 25. Jefes de hogar sondeados que consumen agua de fuentes profundas no convencionales.....	64
Tabla 26.	65
Tabla 27 Demanda del agua mensualizada para 1 persona.....	69
Tabla 28. Demanda del agua mensualizada para 4 personas.....	69
Tabla 29. Oferta de precipitación del agua mensualizada.....	70
Tabla 30. Precipitación del mes de enero 2015 en (mm).....	71
Tabla 31. Precipitación del mes de febrero 2015 en (mm).....	73
Tabla 32. Precipitación del mes de marzo 2015 en (mm).....	74
Tabla 33. Oferta de precipitación en (mm) durante los meses de diciembre 2014 a marzo del 2015.....	75
Tabla 34 Oferta de precipitación lluvia neta de los meses diciembre – marzo.....	75
Tabla 35. Altura, Área hidráulica, Perímetro mojado y Radio hidráulico en sección circular y rectangular.....	78
Tabla 36 Las características y análisis físico químico del agua de lluvia 2015.....	80



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de recolección de aguas pluviales en cubierta.....	19
Figura 2 Sistema de captación de agua de lluvia.....	25
Figura 3. Canaleta de colecta.....	29
Figura 4. Dispositivo de retención de agua inicial.....	30
Figura 5 Cisterna de concreto.	31
Figura 6. Diagrama de operación de bombeo	35
Figura 7. Macro localización de la investigación	37
Figura 8. Población total según sexo urbano rural del distrito de cabanillas.....	41
Molino aún no cuenta con una fuente fiable de agua potable; en su lugar, la gente depende de pozos rústicos mal tratados para abastecerse de agua para uso humano.	
Figura 9 Medición del área del pozo	64
Figura 10 Vivienda con techo de calamina galvanizada - 2015.....	67
Figura 11. Volumen requerido para una persona.....	69
Figura 12. Volumen requerido para 4 personas.....	69
Figura 13. Diseño de línea de impulsión.....	79



RESUMEN

Este estudio, bastante interesante, responde a la creciente ansiedad por la escasez hídrica del planeta Tierra y de nuestro país, especialmente en la comarca de Cabanillas. El estudio pretende: analizar los tejados de las casas para recoger agua de precipitaciones; y Desarrollar un sistema para recolectar agua de lluvia para uso residencial en casas de campo. La disminución de agua es uno de los perjuicios a los que se enfrentan los pobladores de Cabanillas, ya que utilizan pozos rústicos para extraer agua de fuentes internas como manantiales y acuíferos para su propio uso. La población investigada sufre escasez de agua potable como consecuencia de la incapacidad de este modelo para suministrar agua para satisfacer el requerimiento actual. Este método de captación también expone el agua a mayores niveles de contaminantes. En el apartado procedimental, se diagnosticaron el sistema de saneamiento de un sector, sus características económicas, sociales e entidades, así como sus recursos renovables. Sin embargo, se adquirieron datos meteorológicos y la técnica del contexto técnico, destacando el diseño de recogida de aguas pluviales. Según lo resultante del estudio, una familia de cuatro miembros utilizaría 73 millones de pies cúbicos de agua al año. Durante los meses húmedos, el suministro neto de precipitaciones asciende a 722,21 mm. En lo que respecta al diseño de la captación, se han tenido presente 2 tejados de 130 m² y un cisterna de 51,6 m³ para la población de muestra. El análisis también concluyó que la lluvia es idónea para uso humano.

Palabras clave: Recursos hídricos, Agua de lluvia, suministro de agua, demanda hídrica.



ABSTRACT

This study, which is quite interesting, responds to the growing anxiety about water scarcity on planet Earth and in our country, especially in the region of Cabanillas. The study aims to: analyse the roofs of houses for rainwater harvesting; and develop a system to collect rainwater for residential use in country houses. The lack of drinking water is one of the troubling faced by the villagers of Cabanillas, as they use rustic wells to extract water from internal funds such as springs and aquifers for their own use. The researched population suffers from a shortage of drinking water as a outcome of the inability of this model to supply water to meet the current requirement. This method of collection also exposes the water to higher levels of contaminants. In the procedural section, the sanitation system of a sector, its economical, social and institutional characteristics, as well as its renewable resources were diagnosed. However, meteorological data and the technical context technique were acquired, highlighting the design of rainwater collection. described to the resultant of the study, a family of four would use 73 million cubic feet of ocean per year. During the wet months, the net rainfall supply amounts to 722.21 mm. For the catchment design, 2 roofs of 130 m² and a cistern of 51.6 m³ were considered for the sample population.

Keywords: Rainwater, insufficient supply of drinking water, water resources and water demand.



INTRODUCCIÓN

Las lluvias inciden en el crecimiento de las cotidianidades productivas de la población rural, siempre en las zonas que presentan con sistema de distribución de agua suficiente; Molino carece de un sistemaa de suministro hidrico.

La falta de agua de los pozos campestres de los que se abastecen los habitantes de Cabanillas es una de las cosas que impide el progreso de la población rural. Ante este problema, se plantea la recogida de agua pluvial como fuente de suministro sustitutiva.

El riesgo de enfermedades se eliminará o reducirá significativamente en la comunidad de Cabanillas con la ayuda de tratamientos y sistemas adecuados para el suministro seguro, suficiente y accesible de agua. La captación, reservorio y uso del agua pluviaal para ingesta doméstico y poblacion es crucial para muchas personas, fundamentalmente para aquellas que no presentan accesibilidad a este recurso fundamental. El siguiente estudio propone el establecimiento de fuentes alternativas de abastecimiento hidrico que proporcionen agua de alta calidad apta para ingerirla;

Para este estudio es recurrente detectar los componentes de una infraestructura de captación de precipitaciones, su funcionalidad, los juicios de diseño más destacados y su forma de operar. tambien, hay que tener en cuenta las cualidades socioeconómicas y físicas del area de estudio, planteándose este plam. ademas, se han de evaluar las cubiertas de las casas del Molino, ya que su nivel de esorrentía, que en el 90% de los casos, presenta características adecuadas para captar aguaa en condiciones óptimas.



Uno de los problemas a los que nos enfrentamos como futuros profesionales dedicados a mejorar el nivel de vivir de los pobladores del medio rural es el notable crecimiento de la accesibilidad al ingerir agua potable en las regiones rurales.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática

Sin ella no se puede producir ninguna actividad, el agua es crucial para la población y otros seres vivos de la Tierra. Sin embargo, la civilización moderna se enfrenta a importantes e intrincados problemas relacionados con el agua. Numerosos pueblos peruanos, especialmente los de la zona de Cabanillas, han visto reducidas sus reservas de agua debido a la contaminación.

Los habitantes de Cabanillas obtienen el agua de recursos subterráneos como los manantiales y el acuífero. La población objeto de estudio experimenta una escasez de agua potable como consecuencia de la incapacidad de este modelo para satisfacer la demanda actual. Además, este método de captación expone el agua a mayores niveles de contaminación.

Por otro lado, el requerimiento de recuperar el aguaa creado por las lluvias para uso poblacional demuestra que hay una deficiencia de políticas adecuadas para el control y el empleo del agua en la región estudiada. Aunque este método es uno de los más antiguos, no se utiliza en todo su potencial.



El suministro de agua también se ve gravemente incidido por tala arborea de las cuencas alta e intermedia. La escasez de precipitaciones medias en cada cuenca, combinada con este problema, dificulta la accesibilidad a fuentes hídricas superficiales, especialmente para empleo poblacional.

Por ende, el aumento de personas ha hecho que se preste más atención a las necesidades fundamentales, como la accesibilidad al agua .

La disminución de agua en la estación seca ha colapsado la cantidad y calidad del agua potable para uso poblacional. La conservación, el uso racional y la gestión del agua son cruciales en estas circunstancias. Por ello, los esfuerzos se centran en utilizar diversas estrategias para lograr este objetivo, como el fortalecimiento institucional para garantizar una operación y mantenimiento adecuados, el mejoramiento de la estructura de almacenaje y la implementación de sistemas de recobro que concientizan un mayor ahorro de agua.

La meta del estudio es apoyar el concepto de captación y aprovechamiento hídrico pluvial. Como resultado, se han planteado las siguientes interrogantes clave:

1.2. Problema

1.2.1. Problema general

¿cómo podría afectar un modelo de gestión y unas circunstancias adecuadas a la instalación de una red de agua para usos residenciales que se abastezca por medio de la recogida de agua pluvial en una región con precipitaciones considerables?

1.2.2. Problemas específicos.

1) ¿Cómo podrían utilizarse los datos pluviométricos del distrito de



Cabanillas para ilustrar la disponibilidad de agua?

- 2) ¿Cómo puede demostrarse la viabilidad financiera de la instalación de sistemas de recogida de agua pluvial?
- 3) ¿Cómo se puede mostrar una adaptación de la legislación existente para implantar y regular el empleo del agua pluvial como fuente de suministro de agua para los edificios?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

proporcionar un modelo de gestión y las circunstancias necesarias que permitan la implantación de una red de agua doméstica abastecida por la recogida de aguas pluviales en una región que recibe muchas precipitaciones.

1.3.2. Objetivos específicos

- 1) Utilizar datos pluviométricos para ilustrar el suministro de agua en la zona de Cabanillas.
- 2) Demostrar que la instalación de sistemas de recogida de agua pluvial es económicamente viable.
- 3) Evaluar un plan de modificación de la legislación vigente para controlar e implantar el uso del agua pluvial como fuente de suministro de agua de los edificios.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis general

Las familias rurales del Molino - Cabanillas tienen garantizada una gestión del agua de calidad para uso doméstico a través de la evaluación y construcción de sistemas de aguas pluviales.



1.4.2. Hipótesis Específicas

- 1) La evaluación de las coberturas de captación y uso de agua de lluvia en las viviendas rurales garantiza un abastecimiento de agua suficiente y sin riesgos para la salubridad de las personas de la región de investigación Molino - Cabanillas.
- 2) En Molino - Cabanillas, las viviendas rurales cuentan con una opción de suministro de agua para uso residencial a través de la construcción de un sistema de captación, almacenamiento y distribución de agua pluvial.

1.5. Justificación

Uno de los compuestos medioambientales más perturbados, tanto en cantidad como en calidad, es la creciente población, que ha provocado un aumento del requerimiento de alimentos y agua, fundamentalmente agua dulce. Esto ha reducido la calidad de vivir de los residentes del Molino del distrito de Cabanillas y, en consecuencia, ha restringido la capacidad de desarrollo de la zona.

Debido a la extracción del líquido elemento por parte de los pobladores, tanto de fuentes internas como externas, la cantidad y calidad hídrica potable para uso poblacional se han desplomado como consecuencia de la expansión poblacional. Desgraciadamente, debido a la ineficacia de los sistemas de distribución y consumo, no se aprovecha toda el agua.

también, las fuentes hídricas se minimizan considerablemente durante la estación seca; la contaminación del agua por residuos sólidos es otro problema que impide la ingesta de agua limpia.

A lo largo de los tiempos, la gente ha utilizado diversas técnicas de recogida



de agua de lluvia. Sin embargo, los estudios y publicaciones técnicos y científicos sobre estos métodos son muy recientes. La recogida de agua pluvial se utiliza sobre todo para proporcionar agua para la agricultura, los animales y, en algunas situaciones, para uso doméstico.

La interceptación de las aguas pluviales, la recogida de las canalizaciones y su almacenamiento en depósitos, los tanques utilizados sólo para uso doméstico y el funcionamiento autosuficiente son zonas idelas en las que se especifica el estudio.

El uso del agua en el hogar, que abarca el consumo, la limpieza y el saneamiento por parte de la población, es un componente crucial de la gestión integrada del agua. Para avalar el bienestar de peronal rural y reducir la prevalencia de la pobreza, es esencial que tenga acceso oportuno y conveniente a fuentes indudables de agua de alta calidad, así como a servicios suficientes.

La base epistemológica de este proyecto de investigación es el empleo de definiciones puramente peritos para evaluacion y consecutivamente diseño de minimas obraas privadas y públicas de captación y almacenaje de aguas lluvia en el Distrito de Cabanillas como medio de asegurar agua de calidad frente a la sequía y la variacion climática.



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *A nivel global*

En diversas zonas del mundo, los dispositivos de recogida de agua pluvial se utilizan mucho como sustituto del suministro limitado y la elevada demanda de agua. Se utilizan en lugares sin red de acueductos o con un suministro insuficiente; cuando los recursos son escasos, como el capital y los elementos constructivos de alto precio; cuando la calidad del agua contaminada es extremadamente baja; y cuando la cantidad hídrica es insuficiente para satisfacer los requerimientos de una población concreta.

Aunque la recogida hídrica de precipitación se ha empleado de muchas formas a lo largo de las décadas de la humanidad, la investigación y publicación sobre estas tecnologías son relativamente nuevas.

Dado que la recogida de agua es una técnica tan anticuada de obtener de agua, su trascendencia disminuyó a medida que las ciudades crecían rápidamente y el agua corriente se hacía accesible a los hogares gracias a los avances técnicos.



Desde los primeros asentamientos humanos, los sistemas de recogida hidrica de lluvia se han utilizado con fines domésticos. La mayoría de estos sistemas tienen raíces históricas en Europa y Asia y se remontan a más de 4.000 años antes de Cristo.

Cuando las poblaciones de la antigua Mesopotamia aumentaron y algunas personas se vieron infectadas a vivir en regiones desérticas o semiáridas del mundo, recurrieron a la recogida de agua pluvial como sustituto para el empleo municipal y el riego agrícola.

Basándose en diversas reliquias históricas de este tipo de construcciones, a exhiben se exponen ejemplos pertinentes de edificios de recogida de agua pluvial en el planeta.

En el desierto del Néguev, se encontraron sistemas de compilacion pluvial de al menos 5.000 años de antigüedad. Estos procesos incluían la eliminación de pendientes para mejorar la escorrentía para desviarla a tierras agrícolas más bajas.

En siglos III antes de critso en Roma estaba formada principalmente por casas conocidas como «La Domus». Estas casas tenían un estanque central llamado «Impluvium» que recogía el agua lluvia y era alimentado por un orificio del tejado

Los «Abarbans» son el nombre de los dispositivos habituales de compilacion y almacenaje de agua pluvial que se ven en Irán.

Se sabe que durante el primer periodo budista en la India, los monjes residían en regiones agrestes. En una cueva colindante a Bombay, excavaron una red de canaletas en la roca para almacenaje agua, dependiendo de las ciudades cercanas para satisfacer sus necesidades diarias.



Otro ejemplo de este tipo es la ciudad italiana de Sassi de Matera, encaramada a orillas de un escarpado desfiladero y con pozos construidos con la misma piedra que los techos.

se recoge mediante un sistema de cavernas hecho de tubos de terracota que convergen a un cisterna. Los pozos colectores y el patio se construyeron con la misma piedra. Se creó una gran cisterna para la recogida hidrica de los tejados.

Hay estructuras, templos y lugares de culto que datan del año 1.000 a.C. y se encuentran en las montañas de la República de Yemen, donde escasea la lluvia. Estas estructuras contienen patios y terrazas diseñados para recoger y retener el agua de precipitación.

La filtracion a través de la superficie caliza creó cenotes y cuevas naturales en Yucatán antes de los españoles. Los mayas y toltecas utilizaron estas estructuras para compilar y almacenaje el agua lluviales, y su abundancia permitió prosperar a la cultura maya. Para controlar las precipitaciones, los lugareños construyeron presas y canales de drenaje. Éstos, junto con una red de embalses, permitían a la población permanecer en la región durante la estación seca.

2.1.2. A nivel nacional

En nuestra nación, las prácticas sociales pueden ayudar a mejorar la gestión del agua ante su escasez, uno de las incidencias del calentamiento global. El término «amunas», que procede de la lengua quechua y describe un método prehispánico de siembra y recogida de agua, es un vivo ejemplo de ellas.

El sistema amuna funciona utilizando zanjas para recoger la esorrentía del agua de lluvia generada en elevaciones superiores a los 4.500 msnm A continuación, el agua se envía a lugares previamente identificados donde las rocas



de la montaña presentan fracturas o fisuras. El agua penetra lentamente en la roca y se filtra a través de ella antes de emerger meses después en arroyos y manantiales, conocidos como puquios u ojos de agua, que se encuentran entre 1.500 y 1.800 metros bajo la superficie. La existencia de la comunidad es esencial para el funcionamiento de las amunas porque desempeña un papel clave en los aspectos organizativos y físicos del proceso de sembrío, recolección, conducción del agua pluvial de la montaña para recargar acuíferos.

Según el antropólogo Fánel Guevara, las amunas son imposibles sin una comunidad estructurada. Los habitantes actuales de muchas zonas donde los asentamientos han desaparecido o han sido socavados ya no son plenamente conscientes de cómo y por qué se rellenan los acuíferos.

En la región peruana de Huarochirí, San Andrés de Tupicocha sigue utilizando esta tecnología social. Sus habitantes han descubierto un método para cultivar y recoger agua en las amunas de la zona, donde no existe nieve y todo es en base a las lluvias. Año tras año, la gente de la comunidad se reúne con cortesía y ritualismo en una enorme tarea comunitaria de gratitud y ofrecimiento porque están convencidos de que las amunas tienen la funcionalidad para conservar el agua de manantes y arroyos durante la estación seca, para uso poblacional y agrícola.

Las amunas incluyen un intrincado marco con el fin de racionalizar y coordinar los recursos acuíferos y el área, en base al conocimiento del terreno andino, el ciclo hídrico y la organización y la labor comunitarios. Este marco se ve reforzado por la perdurable cultura ancestral que mantiene la coincidencia y el sentimiento de riqueza.



En Perú, a pesar de disponer de abundantes recursos hídricos -73.320 m³ por persona -, que lo sitúan entre los 20 países más ricos del mundo, en realidad se utiliza muy poca, ya que la mayor parte se malgasta. La ANA afirma que el 25% del recurso se malgasta porque los clientes no lo utilizan de forma eficiente, y que el 50% del agua se pierde en el mar como consecuencia de la inadecuación de las infraestructuras (embalses).

Ante este hecho, la Fundación Ayuda en Acción puso en marcha en 2005 el programa «Sembrando y Cosechando Agua». Esta iniciativa pretende paliar la escasez hídrica en las regiones altoandinas, consecuencia de la mala gestión, la deforestación y el cambio climático.

Cuando el acceso a este recurso es más difícil, la «captación de agua» ofrece un sustituto sostenible. El primer paso consiste en plantar especies que absorban cantidades significativas de lluvia y funcionen como esponjas. Esta agua se «cosecha» gradualmente mediante canales y grandes embalses para aprovechar los manantiales y las precipitaciones.

Dado que estos embalses también cuentan con sofisticados sistemas de riego que permiten plantar cultivos en terrenos áridos antes impracticables, es posible utilizar el agua de forma eficaz a través de ellos.

Así, Ayuda en Acción ha construido hasta 2011 274 embalses que tienen capacidad para almacenar un total de 673.430 m³ de agua. Estos embalses han ayudado a 6.423 familias, unas 25.325 personas, que dependen de la agricultura.

Las familias de comunidades ahora pueden disfrutar de 2 cosechas anuales (antes solo una debido a la escasez hídrica), y pueden utilizar los alimentos para su propio consumo, así como para generar ingresos, garantizando la seguridad alimentaria y la autonomía de los usuarios.



2.1.3. A nivel local

Díaz (1992), en Moquegua existe una importante área de andenería, la mayor porción de la cual se encuentra sin utilizar. Del mismo modo, se puede encontrar una vasta región aterrizada en Cuyo Cuyo,. Dado que las azoteas se encuentran en casi todos los valles interandinos, se cree que la superficie cubierta por ello es mayor. Estas obras tienen por objeto dominar las pendientes y consienten el empleo de la tierra limitando al mismo tiempo la erosión del suelo.

La piedra de pizarra de la zona se utilizó para crear los «pircados» de las terrazas. Éstos se fabrican en una diversidad de formas, lo que permite completar un proyecto tipológico más adelante. Cabe mencionar también que, aunque ya no se construyen nuevas terrazas, las destruidas se restauran con prontitud. Todas las familias campesinas dedican una parte importante de su tiempo entre junio y agosto a reparar los bancales que se han caído como consecuencia de los desprendimientos y las lluvias (Morlon 1982: 26).

también fuente señala que los camellones, también conocidos como WaruWaru, se sitúan en Puno, con poblaciones más pequeñas en Azángaro y Chucuito. Estas áreas están en su mayoría abandonadas, a excepción de las que han empezado a ser rehabilitadas hace unos diez años y se han intensificado en los últimos cinco años; sin embargo, aún sólo cubren 400 hectáreas.

Los waru waru, a menudo llamados campos elevados o camellones, son el segundo método de gestión del suelo y el agua que se estableció en el altiplano. Se sitúan en las regiones más bajas y no inclinadas, entre 3.800 y 3.850 m.s.n.m., a diferencia de las qochas. Aquí, entre las características del lago Titicaca y sus ríos asociados, los antiguos se enfrentaban a otro tipo de riesgo: las inundaciones.



Crearon estas enormes zanjas, de 4 a 10 metros de anchura, 100 a más de 100 mts de longitud y 1 mto de altura, para facilitar el escurrimiento, mejorar la fertilidad de la tierra y crear agua que protegiera a los vegetales del granizo y heladas. Desarrollado en año 1.200 a.C., este método abarca 142.000 hectáreas y, según estudios contemporáneos, proporciona rendimientos de patatas superiores en más de un 40% a los producidos en las pampas o laderas.

Los resultados destacados nos llevan a sugerir una tarea adicional a la anteriormente indicada.

La Estrategia de adaptabilidad al Cambio Climático Global debería incluir un apartado importante sobre la urgente tarea de sugerir soluciones de captación hídrica para la gestión como paso previo a la implementación de un Programa. Debe crearse un programa nacional para la adaptabilidad al cambio climático global a la luz de las prácticas únicas con el uso del agua pluvial para el saneamiento y el suministro doméstico hídrico

2.2. Marco teórico

2.2.1. La precipitación

Son trascendentales a contribuyen a Il equilibrio atmosférico. Si no hubiera precipitaciones, la Tierra estaría cubierta de desiertos. Las precipitaciones benefician a los cultivos, las plantas y nos nos dan agua.

Las precipitaciones, por su parte, a veces pueden ser perjudiciales. Un exceso de precipitaciones puede perjudicar tanto a regiones rurales como urbanas, provocando inundaciones catastróficas (Villon, 2011, p.69).

2.2.1.1. Definición de la precipitación

- ❖ Cualquier tipo de humedad, incluyendo agua, nieve y hielo, que

desciende de las nubes al suelo se denomina precipitación. El principal aporte al sistema hidro-lógico y el elemento clave que rige la hidrología de tal zona es la precipitación.

- ❖ La precipitación, tal como la define la meteorología, es todo tipo de hidrometeoro que cae a la tierra.
- ❖ La Organización de la lluvia define la precipitación como la acumulación de gotas hidricas de más de 0,6 mm de diámetro o de menor tamaño pero más repartidas.
- ❖ Un hidrometeoro es cualquier sustancia resultante del condensado del vapor hidrico atmosférico al aire libre

Tres factores afectan a la precipitación: la temperatura, la presión y, sobre todo, la irradiación.

- **Como se mide la precipitación:**

La altura precipitable, que se define en milímetros (mm), es la altura que alcanzaría la precipitación sobre una superficie horizontal y nivelada en caso de infiltración - evaporación.

Para cuantificar la lluvia se utilizan pluviómetros y pluviómetros (Villon, 2011, p. 73).

El pluviómetro nos indica en milímetros a valores regulares, normalmente una vez al día.

La precipitación a lo largo del tiempo se controla continuamente mediante un dispositivo denominado pluviómetro. Está equipado con un dispositivo de relojería que consciente registrar las variaciones de la precipitación a lo largo del



tiempo en un determinado clase de papel.

- Formas de precipitación.

Las gotas de precipitar más grandes son aplanadas, además que las más pequeñas son casi esféricas. En función de su volumen, su tamaño es en 0,6 a 6,41 mm y su velocidad caída varía de 8 a 32 km/h (Villon, 2011, p. 70).

Los diferentes tipos de precipitación se clasifican en:

- ❖ v Llovizna: al tratarse de minúsculas gotas hidricas, su ritmo de caída es bastante lento, apenas supera 1 mm/h.
- ❖ Chispear: es una palabra que designa una condición intermedia entre la llovizna y la lluvia ligera. Tanto la cantidad de lluvia como el tamaño de las gotas son mayores que en el caso anterior.
- ❖ Lluvia: está formada por gotas de agua líquida de mayor diámetro que la propia llovizna. Su intensidad puede variar de ligera a moderada y nunca alcanza la gravedad de una tormenta.

Se registran cuatro intensidades de precipitación típicas:

- ✓ Ligeras; un máximo de 2,6 mm/h.
- ✓ Moderada, entre 2,6 y 7,7 mm/h.
- ✓ Densa, más de 7,7 mm/h.
- ✓ Torrencial, definida como superior a 12,7 mm/h.

Un cubo con una superficie de un m² y altura de un milímetro corresponde a cada milímetro de precipitación que se mide en la lámina precipitada.



- ❖ La escarcha es una capa de hielo que esta formada con lluvia o la llovizna enfrían una superficie húmeda.
- ❖ Aguacero: aumento del viento, del tamaño y de la fuerza de las gotas.
- ❖ Una tormenta eléctrica se caracteriza por vientos de fuertes a moderados, precipitaciones intensas con gotas enormes y la eventualidad de que caiga graniizo.
- ❖ La nieve se formada por partículas de hielo transparentes o blancas.
- ❖ Granizo: precipitado que suele originarse en nubes convectivas y adopta la forma de cristales o bolas de hielo.
- ❖ Tromba: tiene vientos potentes, gotas grandes y precipitaciones lo suficientemente altas como para inundar y causar estragos, por lo que es más fuerte que una tormenta eléctrica. Existe la posibilidad de que esta lluvia produzca granizo muy grande y quizás tornados.

En general, el enfriamiento por un nube bajo de su zona de saturación produce nubes. Son muchos los mecanismos que pueden provocar este enfriamiento, que se traducirá en un aumento y una disminución de la presión y en el correspondiente descenso de la temperatura.

L cantidad de humedad y la velocidad determinarán la fuerza y el volumen de la precipitación.

- **Tipos de precipitación.**

Se pueden identificar tres categorías de precipitación en función del factor que provoca el aumento de la masa húmeda (Herrera, 2010, p.08).

v Precipitación ciclónica: Ocurre cuando se eleva el aire procedente de un ciclón o de una región de bajas presiones.

Precipitación convectiva: Se produce cuando el aire caliente asciende a la superficie por ser más liviano que el aire. Se distingue por su puntualidad y puede variar en intensidad desde una llovizna ligera hasta fuertes aguaceros.

Precipitaciones orográficas: Se produce cuando una cadena montañosa asciende mecánicamente.

Es fundamental recordar que, en lo natural, las incidencias de estos diversos clases de enfriamiento suelen estar interconectados, por lo que es imposible clasificar las precipitaciones resultantes como pertenecientes a un sola clase.

2.2.2. Sistema de captación de agua de lluvia.

La recogida de agua pluvial es método tradicional utilizado en muchas sociedades y cosechas. dicho método de obtención de agua para cultivos y el uso humano es sencillo y razonable. El agua pluvial puede utilizarse como base de suministro en regiones del planeta con niveles de precipitaciones altos o medios cuando no se especifica agua para uso humano, tanto en cantidad como en calidad.

puede captarse, recogerse y conservarse para su empleo posterior en depósitos especializados. Como consecuencia del mal empleo hidrico y de otros elementos como el desbosque generalizado, el agua será cada vez más escasa. Esto significa que, posteriormente, los sistemas de recogida de agua pluvial serán un tactic de supervivencia. Esto haría más llevadera la estación seca y permitiría sobrevivir a futuras sequías (Herrera, 2010, p.82).

La práctica de redirigir y recoger las precipitaciones (deshielo o lluvia) para utilizarlas en la vida cotidiana se conoce como recogida de agua precipitada.

El proceso de recogida de la esorrentía superficial para fines beneficiosos



se conoce como recogida de agua de lluvia (FAO, 2000).

2.2.3. Principales sistemas de captación de agua de lluvia

Las necesidades de demanda de agua han generalizado el uso de dispositivos de recogida de aguas de caída del cielo en la tierra. Se ponen en práctica cuando no hay red de conductos es insuficiente; cuando los recursos son escasos, lo que significa que no se puede invertir dinero y los materiales de construcción tienen un precio elevado; en donde la calidad hídrica es extremadamente mínima a razón de contaminantes; en donde las aguas son escasas o porque el suministro de agua es insuficiente.

causadas por la contaminación, situaciones en las que hay muy poco acceso a las aguas superficiales y subterráneas, o por las leyes y costumbres locales. UNATSABAR (2001).

Aunque la recogida de agua pluvial se ha empleado de muchas formas a lo largo istorial de la humanidad, la investigación y la publicación sobre estas tecnologías son relativamente nuevas.

Dado que la recogida de agua pluvial es un método tan anticuado de obtener agua, su trascendencia disminuyó a medida que las ciudades crecían rápidamente y la tecnología moderna nos permitía canalizar el agua hasta nuestras casas.

La recogida de agua pluvial para empleo doméstico tiene una larga historia, habiéndose originado principalmente en Europa y Asia. Se cree que empezó en la antigua Mesopotamia hace más de 4.000 años, cuando las civilizaciones se expandieron y obligaron a ciertas poblaciones a habitar regiones desérticas del mundo. La compilacio de agua pluvial se utilizó entonces como opcion para el consumo doméstico y el riego de cultivos.

2.2.4. Clasificación de los sistemas de captación de agua de lluvia.

Las distintas opciones se clasifican como sigue:

A continuación se ofrece una clasificación de las técnicas alternativas para recoger el agua pluvial y utilizarla de manera eficiente. Estas técnicas se descubrieron gracias al estudio y la experiencia de los investigadores de la eficiencia hídrica, que se basaron en las experiencias de investigadores comprometidos con el uso eficiente del agua. También tuvieron en cuenta la forma en que el agua drena de los tejados, sobre tierras naturales, carreteras, patios o zonas de captación fundamentalmente preparadas, así como los fines para los que se emplean. Es evidente que se ha empleado diversas técnicas de cogida y captación de agua a lo largo del tiempo y hasta la actualidad.

Históricamente y en la actualidad se han empleado diversas tecnologías de cogida de agua pluvial.

recoger y utilizar el agua de lluvia. Según esta categorización: (Anaya, 2009, p.09).

- ✓ Dispositivos destinados al uso poblacional
- ✓ Sistemas ganaderos y agrícolas.
- ✓ Reposición de acuíferos en ciudades.
- ✓ Captación de niebla.

- Sistemas para uso humano.

Esta categoría incluye los métodos de compilación de agua de pluviales que aprovechan la escorrentía superficial recogida de superficies terrestres o tejados para almacenar agua en distintos tipos de cisternas para su uso en la vida cotidiana:

Los sistemas de recogida de agua pluvial son una forma de recolectar agua para uso doméstico y humano. Sus cinco componentes principales son los siguientes: almacenamiento, un sistema de distribución, un interceptor o filtro, captación, recogida y conducción, y almacenamiento.

Dependiendo de la finalidad del agua recogida -sanitaria, limpieza, alimentación, riego de jardines, etc.-, estos sistemas pueden ser muy básicos o complejos, con control electrónico y tratamientos automatizados en cada paso. Estos sistemas se presentan en una amplia variedad, siendo la variación más prevalente el componente de almacenamiento, que a menudo adopta la forma de piscinas de hormigón, pozos cisterna, lagunas, zanjas o cisternas recubiertas de ladrillo, polietileno o plástico.

Figura 1.

Sistema de recolección de aguas pluviales en cubiertas



- Sistemas para uso agrícola y ganadero

En lugares propensos a la sequía, estos sistemas pretenden aumentar la productividad agrícola, arbórea y de pastos en lugar de permitir que la escorrentía superficial cause erosión y haga que la tierra sea apta para abrevar al ganado. Se

basan en el principio de la microcosecha in situ, que modifica la escorrentía superficial para almacenar agua en estanques, jagüeyes, aljibes y presas de tierra, muchos de los cuales siguen siendo las principales fuentes de agua para ejidos.

Veenhuizen (1998) afirma que hay tres formas principales en las que la microcosecha in situ de agua pluvial varía de la cosecha general:

- ❖ . El area de escurrimiento está fijada por diminutas captaciones que contribuyen cantidades hidricas y no presentan que transportarla a enormes recorridos, debido a que la zona es contiguo a la destinada al almacenaje;
- ❖ a razon de que el sistema captor se utiliza únicamente para vegetales básicos, forrajeros, autóctona, árboles, arbustos y árbolees frutales;
- v
- ❖ debido la zona de almacenaje incide el propio tierra, en el que se realizan los vegetales.

dichos dispositivos de recogida de agua pluvial son trascendentas en las regiones deserticas, donde los perjuicios de presión demográfica, sequía y degradación medioambiental son ciertos.

- **Recarga de mantos acuíferos en zonas urbanas.**

La recogida de agua de lluvia es menos vital y no se le atiende que logra a medida que nuevas urbanizaciones, consorcios empresariales, etc. ocupan lo que antes eran regiones verdes, debido a la ausencia de investigaciones geohidrológicas, geofísicas y geológicas en la construcción de nuevas estructuras.

Dado que la sobreexplotación del acuífero ha alterado significativamente la



estructura del subsuelo, hay una menor penetración de las precipitaciones en el subsuelo como consecuencia del crecimiento de las zonas pavimentadas y su evacuación a través de desagües. Esto ha causado importantes problemas en las obras recientes. De estas cuestiones se deriva la importancia de la infiltración para el mantenimiento del ciclo ciclónico, así como para el abastecimiento de agua.

- **Captación de agua de niebla.**

La investigación del clima y la captación hídrica de niebla se da en Lachay y Atiquipa, regiones que se cree son indicativas de lomas que se encuentran en las intercuencas del desierto costero peruano. Las lomas costeras tienen una radiación media que oscila entre 14,6°C en agosto y 21,3°C en febrero, 67,8 mm de precipitación anual y nevadas esporádicas entre mayo y diciembre..

Por otro lado, durante la temporada mayo-agosto de 1989, la captación hídrica de nieve (presento una media de 2.7 l/m²/d (Lachay) y 2.8 l/m²/d. Los resultados mostraron que la nieve es un recurso hidrológico en la sierra que debe ser evaluado con más datos de CAN y parámetros meteorológicos para determinar la cantidad del recurso hidrológico para cada año.

2.2.5. Consideraciones para diseño del sistema de captación de agua de lluvia.

Con el fin de proporcionar al lector los conocimientos forzosos para erigir una sencilla de sistemas de recogida de aguas, el material que se ofrece a seguidamente se ha recopilado mediante la evaluación de numerosos proyectos creados por variadas organizaciones, también manuales de procesos de recogida de aguas pluviales. A través de este análisis, se puede ver que, aunque las especificaciones de diseño de sistemas de recogida de aguas pluviales son



relativamente pequeñas, no requieren una aplicación exhaustiva de las leyes de la hidráulica. Esto no quiere decir que las leyes de la hidráulica no sean necesarias, sino que la persona que diseñe el sistema debe conocer bien su aplicación para garantizar su funcionalidad.

- VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

- ✓ Calidad excepcional. Sistema autónomo, por lo que es perfecto e gruposn aislados y dispersos.
- ✓ Utilización de mano de obra del area.
- ✓ El sistema no requiere energía para funcionar y su mantenimiento es sencillo.
- ✓ La compilacion de agua de lluvia es cómoda y ahorra tiempo. Es autonoma. El agua de almaecniamiento está disponible para su uso.

Los posteiroes son los inconvenientes de este método de suministro de agua:

- ✓ Es posible que los hogares con bajos ingresos no puedan instalarlo debido al gasto inicial. El área de captación y los patrones de precipitaciones del lugar estiman el contenido de agua que se capta.

- APLICACIÓN.

La captación pluvial para uso humano es más adecuada para areas rurales o marginalmente urbanas con niveles de precipitaciones que permitan a la población beneficiada disponer de un suministro adecuado de agua sin tener que acceder a fuentes hidricas sea muy bajo. Sin embargo, en la actualidad, es crucial utilizar la captación hidrica en todas las zonas pobladas, incluso en las que

disponen de sistemas de abastecimiento; por ello, la captación hídrica debe reflexionar un sistema de abastecimiento hídrico alternativo o complementario.

- **FACTIBILIDAD.**

El diseño procesos de recogida de agua debe tener en cuenta aspectos sociales, económicos, tecnológicos y medioambientales.

2.2.5.1. Factor técnico.

Hay dos variables técnicas que hay que tener en cuenta: la producción o suministro de agua y la demanda hídrica.

- ❖ La producción está directamente asociada con la cantidad de precipitaciones que se producen a lo largo del año y los cambios que se producen a lo largo de las distintas estaciones. Por consiguiente, es esencial adquirir los datos pluviométricos que suministran las autoridades competentes de la nación o.
- ❖ La demanda hídrica se basa en los requerimientos del interesado y de los fines que pretenda asignar al agua que le interesa.

- **Factor económico.**

Existe una conexión directa del el suministro de agua y la demanda de la misma, lo que repercute en la zona de captación y la cantidad de almacenaje. Ambos factores están estrechamente asociados económico, que suele traducirse en una limitación para la mayoría de los avaros, imposibilitándoles el acceso a un sistema de suministro de este tipo. En el proceso de realizar un análisis económico, es esencial tener en cuenta que el suministro de agua nunca debe ser inferior a veinte litros por familia y día. Esta es el contenido hídrico que permite a las familias



satisfacer sus requerimientos fundamentales, como mantener su higiene personal y lavar la ropa utilizando agua de otras fuentes. Los precios del sistema emplead también deben compararse con los costes de diversas soluciones consignadas a mejorar el suministro de agua. Esta comparación debe hacerse teniendo en cuenta la influencia que el contenido hidrico representa en la salubridad de las personas que se benefician del servicio hidrico (UNATSABAR 2001).

- **Factor social.**

A la hora de realizar una evaluación de proyectos de ingeniería, es fundamental tener eternamente en cuenta los elementos sociales, ejemplificados en las prácticas y tradiciones que pueden verse influidas por la aplicación de las tecnologías que se están utilizando. Para lograr este objetivo, el garante de estudiar debe conversar con la sociedad sobre los beneficios y desventajas del sistema convencional de suministro hidrico, así como de la tecnología que se presenta, con el objetivo de que la comunidad elija el método que más le convenga utilizar.

- **Factor Ambiental.**

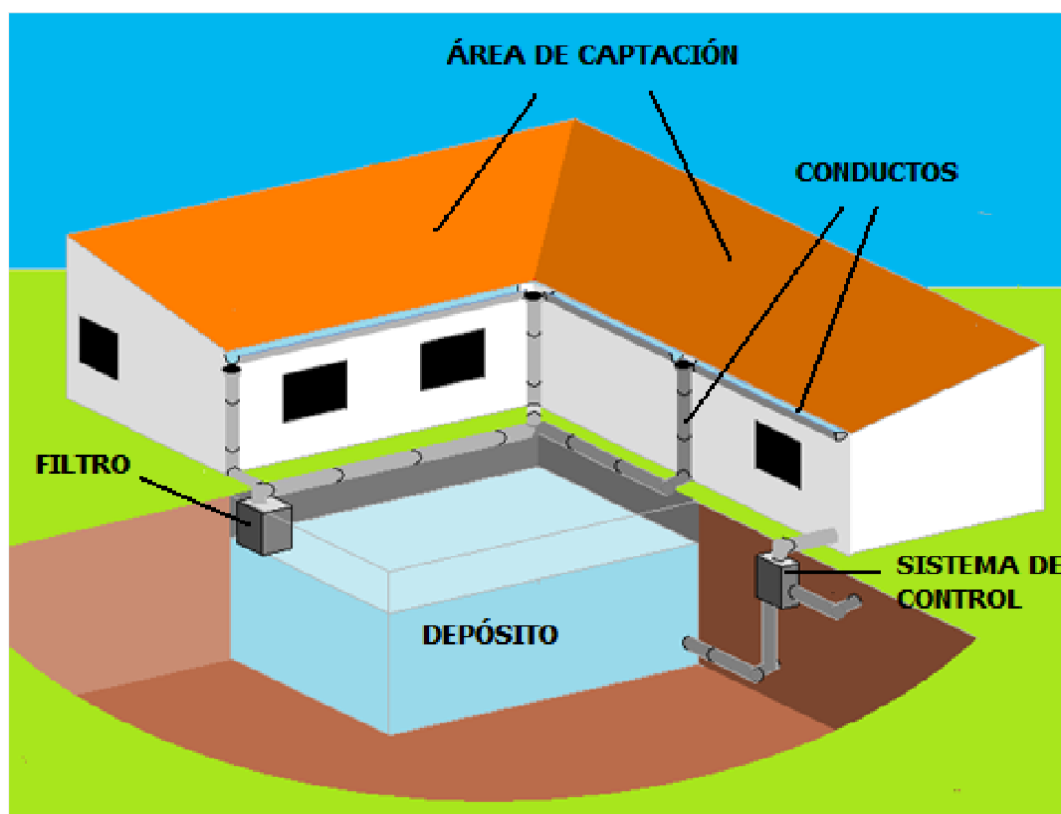
Hoy en día la totalidad de construcciones deben tener en cuenta las ramificaciones medioambientales asociadas a su ejecución. En este caso, los métodos alternativos mejoran los factores medioambientales, ya que la disponibilidad de agua es un componente fundamental para la subsistencia de ciertos recursos naturales, como la biota. Esto, a su vez, mejora el entorno estético y promueve un clima más saludable, aumentando así el valor de las tierras situadas en estas condiciones. Desde el contexto agronómico, se reconoce que la mejora de las contextos ambientales y la disminucion de perjuicio ocasionados por vectores en los cultivos, junto con la conservación de los suministros de agua potable mediante un menor uso, son beneficiosos. (Herrera, 2010, p. 50)

2.2.6. Componentes de los sistemas de captación de agua de lluvia.

En esta investigación se considera la captación hídrica de lluvia como una técnica que facilita la recolección de agua de los tejados, pisos u otras superficies de los edificios para su almacenamiento en diferentes tipos de cisternas. El sistema de recogida de aguas de los tejados consta de los siguientes componentes, como se observa en la imagen.

Figura 2

Sistema de captación de agua de lluvia.



a) El área de captación.

Sólo debe incluirse en el cálculo la proyección horizontal del tejado.

Las tejadass de arcilla proporcionan una superficie favorable y suelen ser económicas; pero, son enormes y necesitan un armazón robusto para su instalación, junto con un suministro fiable de arcilla y inflamable para el fuego.



La paja, derivada de fuentes vegetales, tiene el inconveniente de liberar lignina y tanino, que confieren un tono amarillento al agua; no obstante, esto plantea pocos peligros para la salubridad de las personas si la concentración se mantiene baja. Puede utilizarse para otros fines además del consumo, como el riego, la hidratación de animales, el lavado de ropas, la higiene personal y el saneamiento de retretes.

Para el diseño deben tenerse en cuenta los posteriores factores:

La superficie debe tener el tamaño adecuado para satisfacer el requerimiento. Los elementos utilizados para estas superficies no deben emitir olores, colores o productos químicos que consientan contaminar las aguas pluviales o comprometer la eficacia de los sistemas de tdepracion.

- El tejado del edificio debe poseer una pendiente y una superficie suficientes para permitir el flujo idricos pluviales hacia el sistema de recogida, con una pendiente mínima del cinco por ciento (5%) dirigida hacia los canalones de recogida de aguas pluviales. El cálculo esta establecidos horizontal del tejado y la constante de escorrentía.

- Las antenas aéreas deben estar limpiadas y ser adecuadamente impermeables para prevenir el desperdicio de agua precipitada por infiltración en el suelo.

En episodios pluviales, se registran fugas hídricas en la techumbre debido a la infiltración, la evaporación de la superficie mojada y las salpicaduras provocadas por las ráfagas fuertes. Las pérdidas se cuantifican mediante el coeficiente de escorrentía (C_e), que varía entre 0 y 1, según los distintos materiales utilizados. La



tabla muestra muchos de estos coeficientes aplicables.

b) Recolección y conducción.

Este elemento es crucial para los procesos de acumulación de agua pluvial en el tejado, ya que dirige el hídrico recogida del tejado al depósito de almacenamiento. Comprende los canalones fijados a los márgenes inferiores del tejado, donde suele acumularse el agua antes de descender al suelo.

Los canalones metálicos son más duraderos y requieren menos mantenimiento, pero son caros. Los canalones de bambú zona decuados de fabricar pero se degradan ágilmente. Los canalones de PVC son hacederos de conseguir, resistentes y económicos. Velázquez (2012, p. 95).

- ❖ Para diselar deben tenerse en cuenta los siguientes factores:
- ❖ Los canalones pueden construirse con cualquier material que no afecte a las propiedades fisicoquímicas del agua recogida.
- ❖ La anchura mínima del canalón debe ser de 75 mm, mientras que la máxima es de 150 mm.
- ❖ Los canalones deben tener una profundidad suficiente para retener el agua recogida y evitar el rebote.
- ❖ Los canalones deben fijarse firmemente a los bordes inferiores del tejado.
- ❖ El tejado debe sobresalir del canalón un mínimo del 20% de la anchura del canalón.
- ❖ La distancia entre el borde superior del canalón y el punto más bajo



del tejado debe reducirse al mínimo para evitar pérdidas de agua.

- ❖ El mayor caudal de agua cerca del interceptor no debe superar el 70% de altura efectiva del canalón.
- ❖ La velocidad del agua en los canalones no debe superar 1 m/s.
- ❖ Para determinar la capacidad de conducción del canalón pueden utilizarse fórmulas racionales, como la de Manning, utilizando los constantes de rugosidad adecuados en base de las propiedades físicas del material.
- ❖ Las conexiones entre canalones deben ser impermeables y tan sin juntas como sea factible para sortear el cumulo de agua.
- ❖ En tal opción de cubiertas planas de losa de hormigón, es aconsejable desviar el agua a un lugar donde pueda ser recogida y conducida al cisterna..
- ✓ Los canalones se fijan al tejado mediante:
 - ✓ Alambre - palos - Clavos.

A la inversa, es fundamental que el adhesivo utilizado para unir los segmentos del canalón no contamine el agua con sustancias orgánicas o inorgánicas. Si el canalón recoge residuos no deseados, como hojas y excrementos de pájaros, el sistema debe disponer de rejillas de malla para retener el agua. El sistema debe tener pantallas que capturen estas cosas para evitar la obstrucción del tubo vertical o del aparato de descarga inicial del agua. Herrera (2010, p. 85).

Figura 3.*Canaleta de colecta*

2.2.6.1. Interceptor

Comúnmente llamado aparato de descarga de la primera escorrentía del tejado, que engloba todos los componentes presentes en el inicio de las precipitaciones. Este aparato inhibe la entrada de sustancias no deseadas en el tanque de almacenaje, reduciendo así el contaminante tanto del agua almacenada como de la destinada a futuros almacenamientos.

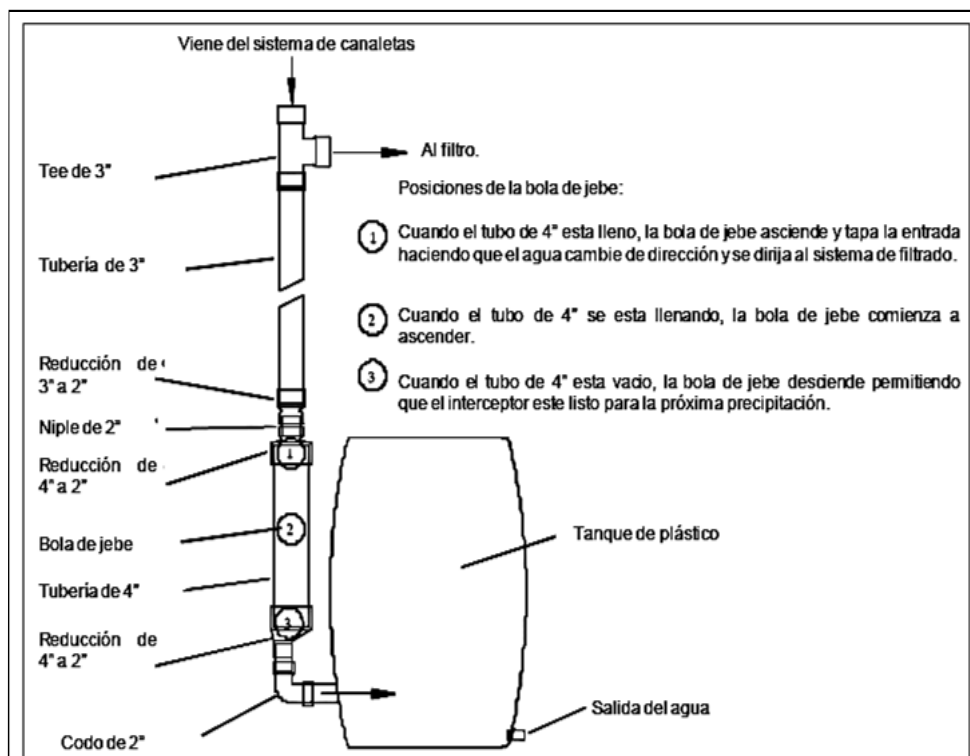
El diseño del elemento debe incluir la cantidad hídrica necesario para lavar del tejado, estimado en 1 lts por metro cuadrado.

La cantidad de agua generado durante la limpieza del tejado debe recogerse en un depósito de plástico. El depósito debe crearse en función de la superficie del tejado, utilizando eventos de 40 a 120 litros, y para superficies de tejado ascendientes, deben utilizarse combinaciones de estos depósitos para acumular el volumen

La calidad del agua debe garantizarse en función del uso previsto. El tejado diseñado para captar aguas pluviales puede tener varios interceptores. En caso de que la zona de captación contenga varios interceptores, cada uno de ellos deberá designarse para secciones específicas del tejado, y ningún interceptor recogerá el agua de lluvia inicial de una zona asignada a otro interceptor para facilitar el procedimiento de lavado del tejado. En el inicio de la bajante que conduce al interceptor, deberá realizarse una extensión para dirigir el agua al interceptor sin desbordamiento, siendo la anchura inicial el doble del diámetro del canalón y la reducción posterior también el doble del diámetro.

Figura 4

Dispositivo de retención de agua inicial



c) Almacenamiento:

El objetivo del proyecto es recoger agua pluvial suficiente para el empleo por día de los beneficiarios, sobre todo en periodos de sequía.

El recipiente de almacenamiento debe ser robusto y alcanzar las exigencias

- ✓ . Impermeable para impedir filtraciones agua por goteo. ü Limitado a una altura máxima de 2 metros para reducir la sobrepresión.
- ✓ Equipado con una cubierta para impedir la entrada de polvo, insectos y luz del sol.
- ✓ Equipado con una trampilla con tapa sanitaria de tamaño suficiente para permitir la entrada humana para la limpieza y el mantenimiento esencial. La entrada y el rebosadero deben estar protegidos para impedir la entrada de insectos y animales. Dados de aparatos para la extracción y el drenaje del agua. Este último se refiere a la limpieza o el mantenimiento del tanque de almacenamiento. Los tanques enterrados deben estar equipados con bombas manuales

Figura 5

Cisterna de concreto.



Los depósitos de almacenamiento de agua pluvial adecuados para las zonas rurales pueden crearse utilizando los siguientes materiales.



Los depósitos de almacenaje de agua pluvial adecuados para las zonas rurales pueden crearse utilizando los siguientes materiales:

2.2.7. Calidad de agua

es una sustancia artificial; los fluidos siempre incluyen contaminantes insólitos en solución o suspensión en cantidades muy inconstantes. Estos compuestos pueden alterar significativamente las características, los impactos y las aplicaciones (Miglio, 2009, p.08).

Los atributos del agua considerada de «buena calidad» dependen de su uso previsto; por ejemplo, el agua dura es inadecuada para la producción de vapor debido a los posibles depósitos de sal en las tuberías, mientras que el agua turbia es inadecuada para la producción de hielo. Por el contrario, será admisible para su uso en el contenido de minerales. Para que el agua se considere potable, su uso no debe plantear riesgos para la salubridad; el agua contaminada podría ceder varias padecimientos.

2.2.8. Características físicas del agua.

Debe estar desprovista de contaminantes objetables a los gustos de la vista, el satisfacción o el olfato; sus propiedades físicas, evaluadas mediante inspección, incluyen la turbidez, el color, el pH, el gusto y el olor, y también pueden especificar la temperatura. Miglio (2009, p. 08)

El valor estándar de color se evalúa utilizando agua afinada para eliminar interferencias de turbiedad y se iguala con una graduación de estándares creada con platino y cloruro de cobaltos. El valor numérico que representa el color corresponde a los mg de platino presentes en un litro de la medio estandar, que coincide con el color del agua analizada. Migro (2009, p. 09)



➤ Olor y sabor.

El agua tiene carecer de olor y poseer un gustillo agraciado. Los olores y sabores surgen de una mezcla de factores, incluyendo el contenido de microorganismos, tanto vivos como mórbidos, así como de gases disolveros.

Por lo general, las aguas carecen de olor, salvo las posibles contribuciones del hierro y el azufre o la proliferación de organismos específicos, incluidas las algas (migro, 2009, p.09).

2.2.9. Características químicas del agua.

no tener un abundancia de minerales solubles ni una sobreabundancia de elementos químicas empleadas para su tratamiento. El agua consta liberada de

- ✓ Entre las enjundias indeseables asociadas a riesgos para la salud figuran el Pb y el As, que pueden provocar una intoxicación progresiva; el flúor, cuyas concentraciones superiores a 1,5 mg/L pueden provocar manchas negras y picaduras; y el cr, el selenio, el cu y los nitratos, cuyos niveles superiores a 50 mg/L pueden causar trastornos sanguíneos en niños pequeños.
- ✓ Entre las sustancias que no deben superar los límites de concentración establecidos se encuentran el cobre, el hierro, el magnesio, el zinc y los cloruros, ya que un exceso de cloruros puede conferir un desagradable sabor salado. Además, los sulfatos pueden funcionar como laxantes en concentraciones elevadas, mientras que los compuestos fenólicos y los sólidos totales también están regulados (OMS, 2000).

➤ **Sustancias relacionadas con el aspecto económico.**

La dureza hidrica se debe primordialmente a un abundancia de carbonatos y. El agua requiere una mayor cantidad de jabón para una limpieza eficaz y a menudo no produce espuma. Además, altera las propiedades de cocción de las verduras, confiriéndoles un sabor distinto, y provoca manchas y la formación de taraceas en conductos (OMS, 2000). (Organización Mundial de la Salud, 2000).

2.2.9.1. Matriz de Leopold.

Esta tecnica facilita la deteccion y analidid de los impactos ambientales mediante una tabla, o matriz. En esta matriz, los factores ambientales potencialmente afectados se enumeran como filas, mientras que las acciones del proyecto que pueden inducir impactos se disponen como columnas

2.3. Definición de términos.

2.3.1. Términos hidráulicos.

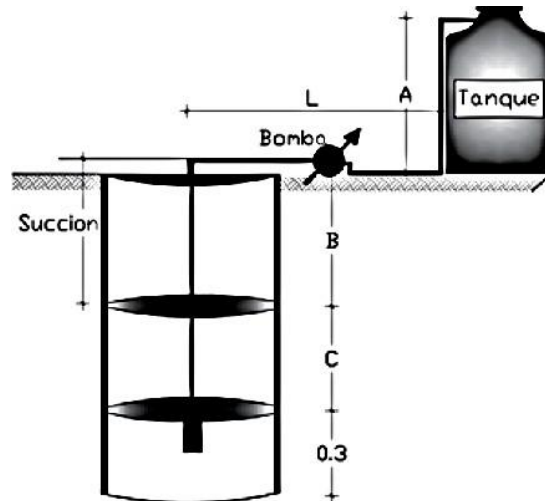
Los parámetros de flujo para determinar la capacidad de bombeo de agua acumulada se discutirán a continuación (Rodríguez, 2008).

- ✓ Nivel estático. altura a la que se observa la superficie del agua en estado estacionario, caracterizada por la ausencia de linaje de agua. Es la medida desde el grado superficial hasta la superficie del agua. B lo representa y se cuantifica en mts.
- ✓ Nivel dinámico. altura a la que se observa la superficie del agua en el causa de extracción. La medida en ms representa la distancia desde el nivel superficial hasta el espejo hidrico durante el bombeo.
- ✓ Nivel de descarga. Cota a la que debe elevarse el agua. Es la medida vertical desde la superficie hasta el vértice del depósito de

almacenamiento. A la representa y se cuantifica en metros.

Figura 6.

Diagrama de operación de bombeo



- ✓ Cabeza de fricción. de las paredes del conducto, los accesorios y las válvulas hace necesario añadir una distancia adicional para que fluya el agua.
- ✓ Profundidad de aspiración. La longitud de la bomba de superficie hasta el espejo de agua (m).
- ✓ ü Los parámetros hidráulicos mencionados anteriormente se basan en el concepto físico del trabajo necesario para mover una cantidad específico de agua a una altura determinada contra fuerza gravitatoria. En hidráulica, la fuerza necesaria para verificar este estudio se denomina carga hidráulica.

$$CDT = (A + B) + CF$$



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Descripción de la zona de estudio:

3.1.1. *Ubicación y extensión del área de estudio.*

a) Ubicación Política:

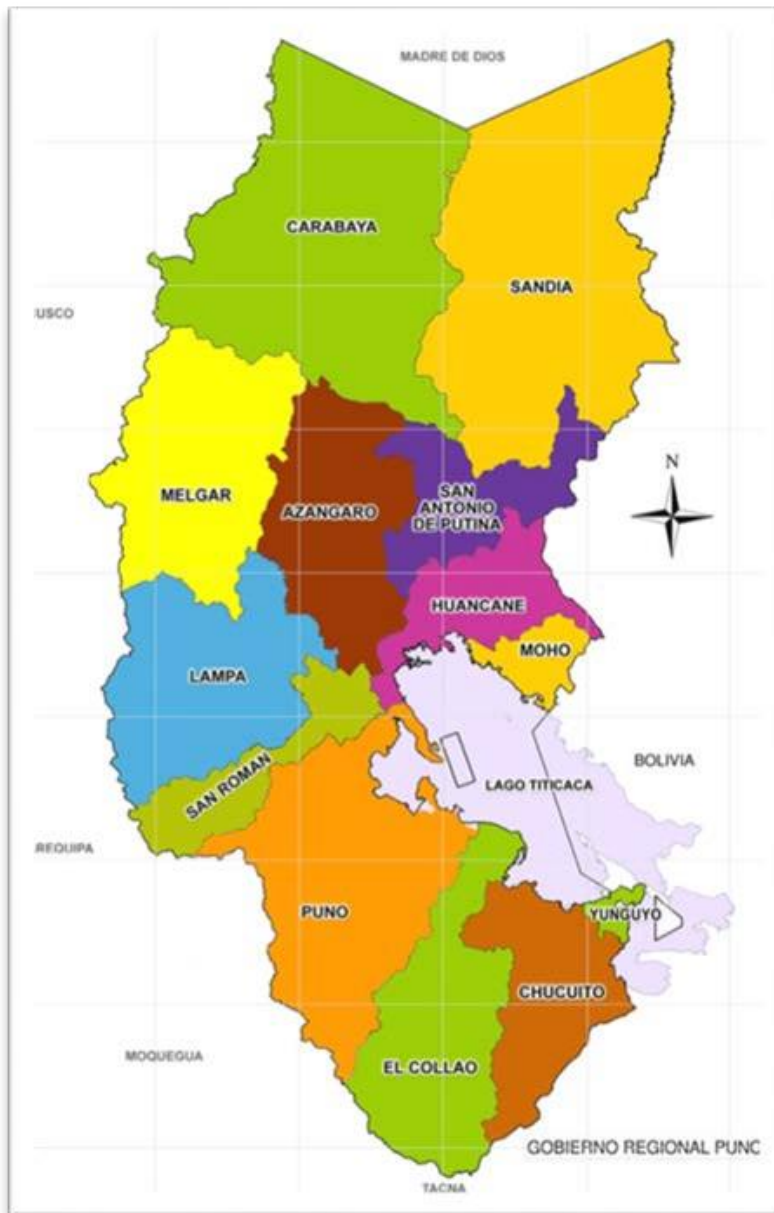
Región : Puno

Provincia : San Román

Distrito : Cabana

Figura 7.

Macro localización de la investigación



b) Ubicación Geográfica:

El distrito de Cabanillas está situado en el Altiplano de Puno, con coordenadas de 16°05'16" de latitud sur y 68°33'52" de longitud oeste, a una altitud de 3,836.00 m.s.n.m. Abarca un área aproximada de 162.00 km², representando el 23% de la extensión territorial de San Roman. Cabanillas ocupa el 6 lugar en extensión y se subdivide en 83 comunidades rurales y 9 CP.



3.2. Diagnóstico del ámbito de estudio en el distrito de Cabanillas

SERVICIO DE SANEAMIENTO.

a) Agua potable en el área de estudio.

Tabla 1

Abastecimiento de agua potable en el área de estudio.

ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA VIVIENDA	TIPO DE ÁREA		
	URBANO	RURAL	TOTAL
Pilón (agua tratada)	-	1	1
Pozo rústico	-	78	78
Pozo Vecino	-	3	3
Total	-	82	82

Fuente: Censos Nacionales XI Población y VI de Vivienda 2007.

El area rural utiliza agua no tratada proveniente directamente de acuíferos, ríos y arroyos dentro de las comunidades. Estas fuentes de agua están contaminadas, y es importante señalar que el ganado también consume agua de estas mismas fuentes. La inexistencia de agua potable para las poblaciones que no tienen acceso a dicho servicio esencial representa un problema urgente que requiere solución.

b) Sistema de alcantarillado en el área de estudio.

no existe servicio de alcantarillado para las viviendas; 2 familias utilizan fosas sépticas, 77 viviendas están equipadas con letrinas conectadas a pozos negros y 3 viviendas carecen totalmente de letrinas.

Tabla 2*Sistema de alcantarillado en el área de estudio.*

SERVICIO HIGIÉNICO QUE TIENE LA VIVIENDA	TIPO DE ÁREA		TOTAL
	URBANO	RURAL	
Pozo séptico	-	2	2
Pozo ciego o negro / letrina	-	77	77
No tiene	-	3	3
Total	-	82	82

El municipio de Cabanillas cuenta con una red de alcantarillado instalada, pero no operativa debido a tuberías incompletas y a una balsa de oxidación inacabada. Esta situación provoca contaminación ambiental, con excrementos visibles en las calles y en las viviendas de los alrededores. Estas condiciones no sólo afean el aspecto de la ciudad, sino que también sirven como auténticos focos de infección, atrayendo moscas y otras alimañas que pueden transmitir enfermedades.

La baja autoestima de pobladores, unida al desinterés mostrado por los representantes de la comunidad, los dirigentes, las instituciones y las autoridades locales, ha dificultado la resolución de este antiguo problema, que sigue sin abordarse debido a la indecisión de las autoridades actuales.

c) Vivienda.

Los domicilios urbana del distrito de Cabanillas están construidas primordialmente con adobe, que luego se recubre con hormigón, mientras que la cubierta consiste en calamina galvánica. En la zona de estudio, 23 casas están construidas con material de bloque, mientras que 59 están construidas con adobe.

Tabla 3

Aspectos de las viviendas en el área de estudio.

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES	TIPO DE ÁREA		TOTAL
	URBANO	RURAL	
Ladrillo o bloqueta de cemento	-	22	22
Adobe	-	59	59
Piedra	-	1	1
Total	-	82	82
NSA:		29	

Fuente: Censos Nacionales XI Población y VI de Vivienda 2007.

En la zona, 13 viviendas tienen suelo de cemento, 67 viviendas tienen suelo de tierra, 1 vivienda tiene suelo de baldosa y 1 vivienda tiene suelo de parquet o madera.

Tabla 4.

Aspectos de las viviendas en el área de estudio.

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS	TIPO DE ÁREA		TOTAL
	URBANO	RURAL	
Tierra	-	67	67
Cemento	-	13	13
Losetas, terrazos	-	1	1
Parquet o madera pulida	-	1	1
Total		82	82
NSA:		29	

Fuente: Censos Nacionales XI Población y VI de Vivienda 2007.

3.2.1. Aspectos socioeconómicos de la población. capital humano.

3.2.1.1. Población referencial

La tasa intercensal es del 0,345%, y está comprendida por toda la población de Cabanillas.

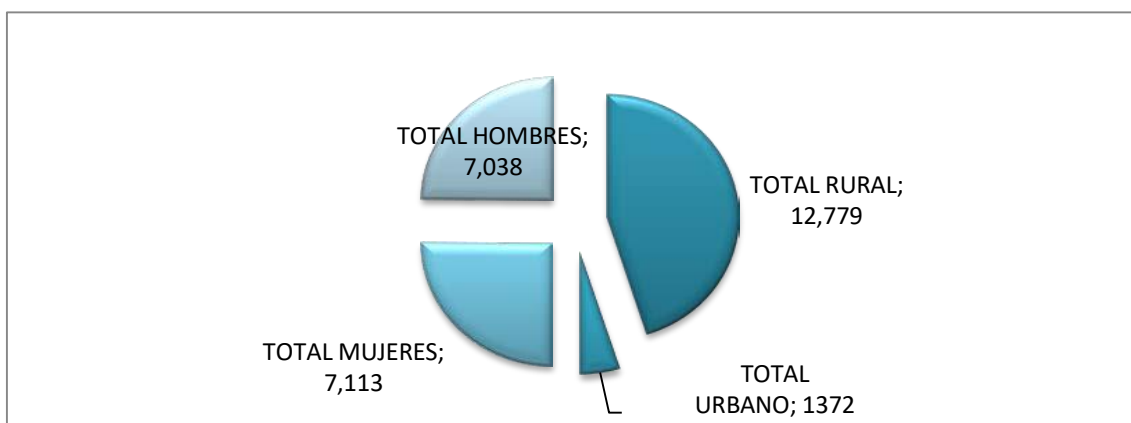
Tabla 5.

Población total, por área urbana y rural, según Sexo del dpto., provincia y distrito.

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN			URBANA			RURAL		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Dpto. Puno	1,268,441	633,332	635,109	629,89	313,663	316,228	638,6	319,669	318,881
Prov. CHUCUITO	81,059	41,148	39,911	25,376	13,04	12,336	55,68	28,108	27,575
Distrito Cabanillas	14,151	7,038	7,113	1,372	684	688	12,78	6,354	6,425

Figura 8

Población total según sexo urbano rural del distrito de cabanillas



Población objetivo

Tabla 6

Población objetivo del proyecto

SEGUN SEXO	TIPO DE ÁREA		TOTAL
	URBANO	RURAL	
Hombre	-	106	530
Mujer	-	103	515
Total	-	209	1045

a) Población económicamente activa en el área de estudio.

La población PEA La siguiente tabla ilustra los resultados: 139 personas mayor de 14 años están clasificadas como parte de la Población (PEA), mientras que 48 personas están clasificadas como parte de la PEA Desocupada, según datos del INEI..

Tabla 7*Evolución de la población económicamente activa*

ACTIVIDAD ECONÓMICA DE LA POBLACIÓN	TIPO DE AREA		TOTAL
	URBANO	RURAL	
PEA Ocupada	-	138	138
No PEA	-	48	48
Total	-	186	186
NSA:	23		

Esta información fue derivada del Plan de Desarrollo Concertado 2021 del gore. En la provincia de Chucuito, el entrada familiar mensual es de 232.50 nuevos soles.

El siguiente cuadro ilustra la colocación de la población monetariamente activa a nivel distrital para cada rama.

Tabla 8.*Población económicamente activa por grupos de edad del distrito de Cabanillas, según ramas de actividad.*

RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	TOTAL	GRUPOS DE EDAD				
		6 A 14	15 A 24	25 A 34	35 A 44	45 A 65 y
Agric. Ganadería, caza y silvicultura	3665	47	706	855	1242	815
Pesca	112	-	36	41	34	1
Industrias manufactureras	84	-	39	23	11	11
Construcción	67	-	23	17	23	4
Comerc, rep. Veh. Autom.,efecto.pers.	305	3	102	107	82	11
Venta, mant, y rep.Veh. Automo, y motoc.	22	-	14	5	2	1

Comercio al por mayor	5	-	1	4	-	-
Comercio al por menor	278	3	87	98	80	10
Hoteles y restaurantes	15	-	2	8	5	-
Trans., almac. Y comunicaciones	61	1	18	32	9	1
Actividad inmovil., empresa; y alquileres	12	-	9	2	1	-
Admin...pub., ydefensa; p. seguridad.socialafil	58	-	20	21	17	-
Enseñanza	154	-	23	59	69	3
Servicios sociales y de salud	25	-	8	7	10	-
Otras activ. Serv.comun.soc y personales	6	1	-	2	3	-
Hogares privados con servicio domestico	14	-	8	5	-	1
Actividad económica no especificada	159	-	33	34	46	46
Desocupado	282	1	139	70	48	24
Total	5324	56	1268	1390	1682	928

b) Migraciones.

El origen del avance migratorio es la falta de tenencia y titularidad de los elementos productivos, la insuficiente empleabilidad de mano de obra y tecnología, el bajo ingreso per cápita y la mínima productividad y productividad anual.

El sector rural experimenta una mayor tasa de migración en la edad de 21 a 30 años, siendo el género masculino el que representa el 15.2% del total. Este indicador demuestra que el campesino, impulsado por la perspectiva de futuros avances económicos, migra a diversas regiones y áreas urbanas, estableciéndose así variadas corrientes nómada que son principalmente transitorias y ocurren después de los mares de siembra y cosecha.

c) Servicios de educación en el área de estudio.

Los servicios educacionales que se ofrecen son oficiales, y son los mismos que presta el MINE. La cobertura educativa es amplia, abarcando la mayoría de pueblos, comunidades y parcialidades. Las instituciones de educación inicial, primaria en algunos casos, se concentran en la cabecera distrital. También existe educación secundaria

. El analfabetismo de la población es un componente crítico de la educación, con 43 individuos que carecen del potencial de leer y escribir, y 156 que la poseen.

Tabla 9*Evolución de la población económicamente activa*

QUE SABE LEER Y ESCRIBIR	TIPO DE AREA		TOTAL
	URBANO	RURAL	
Si	-	156	156
No	-	43	43
Total	-	199	199
NSA:		10	

Nota. Censos Nacionales XI Población y VI de Vivienda 2007.

Tabla 10*Población y situación de infraestructura educativa, según niveles del distrito de Cabanillas – 2007*

NIVEL EDUCATIVO	POBLACIÓN	DOCENTES	Nº DE I.E.	SITUACIÓN DE INFRAESTRUC TURA %		
				BUEN O	REGUL AR	MAL O
Educación inicial	232	11	8	30	55	15
Primaria	1354	91	31	34	53	13
Secundaria	1100	106	7	40	50	10
Sup. CEO	75	6	1	20	30	50
Superior ESFAP	46	9	1	20	60	30
TOTAL	2,807	223	48			

Sólo el 28% de las entidades educativas del distrito de Cabanillas se exhiben en buen estado de infraestructura, el 49% en regular estado y el 23% en mal estado. Esto se debe a que varias instituciones tienen entre 30 y 40 años de antigüedad y están construidas con material de adobe, sobre todo en las zonas rurales, lo que hace necesaria una nueva construcción.

En consecuencia, en el Distrito de Cabanillas vive el 22% de los usuarios total que es inculca, siendo el 30% de la población femenina y el 12% masculina.

Tabla 11

Población de 3 años a mas, distrito de J Cabanillas según sexo y condición de alfabetismo.

Nivel de alfabetismo	Hombres	%	Mujeres	%	TOTAL
Sabe leer y escribir	5930	88	4813	70	10743
No sabe leer y escribir	830	12	2056	30	2886
TOTAL	6760	100	6869	100	13629

3.2.2. Social e institucional

a) Organización Comunal.

De acuerdo con la figura abajo, el Centro Poblado Molino es una organización socioeconómica compuesta por 210 familias, que en conjunto representan 1123 personas. La densidad de pobladores es de 6,00 hab/fam/casa.

Tabla 12

Número de Familias en la organización

Según sexo	TIPO DE ÁREA		TOTAL
	URBANO	RURAL	
Hombre	-	106	106
Mujer	-	103	103
Total	-	209	209

b) Organización de productores.

En Molino, el proceso se estructura de dos modos distintas: a nivel comunal (comités agrarios) y a nivel familiar campesino. Esto es notablemente evidente en el contexto de la actividad agrícola.

c) Organización familiar parcelaria.

En el distrito de Cabanillas de Molino, esta organización productiva es la más prevalente. El objetivo principal de la familia campesina es satisfacer los requerimientos del uso, así como cubrir los gastos relacionados con educación, salubridad, casa y vestuario.

d) Energía eléctrica.

Adicionalmente, sólo 76 hogares del área de estudio y/o zona rural cuentan con el servicio de electricidad, mientras que 1289 hogares carecen del mismo.

Tabla 13

Servicio de energía eléctrica en el área de estudio

La vivienda tiene alumbrado eléctrico	TIPO DE ÁREA		TOTAL
	URBANO	RURAL	
Si	214	-	214
No	49	-	49
Total	263	-	263
NSA:		3	

3.2.3. Los recursos naturales

3.2.3.1. Suelo

El distrito de Cabanillas ocupa 10,740.00 hectáreas, lo que lo convierte en el segundo mayor propietario de tierras cultivadas en la provincia de Chucuito. Sin embargo, es significativamente menor en pastos naturales que los otros distritos, con una superficie total de 16,030.00 metros. El distrito más fragmentado es Cabanillas, donde el 75% de las unidades tienen más de 11 parcelas y un área media de 3,5 hectáreas, lo que resulta en parcelas con una área total de menos de 3.000 m.

La parcelación suele ser necesaria para mantener cultivos de alta calidad en un entorno de escasez de tierras, así como para variar los cultivos y aprovechar la estacionalidad microclimas de altitud. En ocasiones, la topografía del territorio también impide cultivar parcelas expansivas.

La mecanización, el control de peligro y la mejora de la rentabilidad también se ven obstaculizadas por la fragmentación de las propiedades agrícolas.

En el distrito de Cabanillas, las tierras y los sedimentos están divididos, lo que provoca una disminución del número de superficies de cultivo por familia como consecuencia de la continua expansión demográfica.

Tabla 14.

Capacidad de uso del recurso suelo en el distrito de Cabanillas.

Provincial Distrital	Nº DE PRODUCTORES ESTIMADOS	TOTAL	ÁREAS AGRICOLAS						Superficie con otras tierras	Superficie total	Altitud			
			Superficie con cultivos	%	Superficie en descanso	%	Superficie con pastos naturales	%				Superficie Forestal	%	
JULI	16210,00	29540,00	12390,0	59	17150,00	38	43560,00	14	190,00	4	18067,00	9	91357,00	3,847
DESAGUADERO	8540,00	10740,00	8530,0	41	2210,00	11	5170,00	2	10,00	1	110,00	0,5	16030,00	3,836
POMATA	1420,00	60,00	40,0	0,1	20,00	1	47820,00	15	710,00	12	47747,00	24	96337,00	3,950
ZEPITA	1650,00	0,00	0,0	0	0,00	0	171900,00	55	4390,00	82	76112,00	38	252402,00	4,026
HUACULLANI	405,00	0,00	0,0	0	0,00	0	44640,00	14	10,00	1	59275,00	29	103925,00	4,400
TOTAL						10								
ROVINCIA	28225,00	40340,00	20960,0	100	19380,00	0	313090,00	100	5310,00	100	201311,00	100	560051,00	

Nota. Dirección Agraria Puno – Agencia Agraria.

3.2.3.2. Actividad agrícola

Variedades agrícolas ancestrales, entre ellas la papa, la oca, el isaño, las leguminosas, la quinua, el trigo, la avena, la cebada y la cañihua son algunos de los principales productos. Los pastos naturales fundamentales para la ganadería son: alfalfa, crespillo y pasto salado. Entre los más significativos están la mostaza y el layo, que además son especies con potencial medicinal.

Tabla 15

Producción agrícola en el distrito de Cabanillas en t.m. y has (2002- 2005)

PRODUCTOS	2002				2003				2004				2005			
	Has	%	TM	%	Has	%	TM	%	Has	%	TM	%	Has	%	TM	%
Papa dulce	469	21	2448	33	599	29	1685	46	730	25	764	36	511	19	1685	11
Papa amarga	429	19	2413	32	365	17	1260	34	260	9	29	1	182	9	360	2,4
Quinoa	524	23	96	1,5	402	19	88	2	280	10	79	4	265	10	168	1,1
Cabada grano	615	27	285	4	510	24	280	8	695	24	141	8	710	27	462	3
Avena grano	83	4	40	0,5	70	3	56	2	90	3	22	1	50	2	26	0,5
Cebada forraje	48	2	816	11	60	3	105	3	690	24	864	41	720	27	9300	60
Avena forraje	80	4	1376	18	95	5	180	5	165	5	188	9	165	6	3300	22
TOTAL	2248	100	7474	100	2101	100	3654	100	2910	100	2087	100	2603	100	15301	100

3.3. Metodología para la evaluación y diseño de captación de agua de lluvia en viviendas rurales en Cabanillas.

El proceso ulterior es fundamental para la vertiente técnica de la planificación

3.3.1. Información básica.

3.3.2.1 Información Meteorológica.

En la cuenca del río Cabanillas existen las siguientes estaciones meteorológicas, de las que se obtuvieron datos meteorológicos.

Tabla 16.

Estación meteorológica.

CODIGO Nº	ESTACION/CONTROL	TIPO	ALTITUD (m.s.n.m.)	COORDENADAS		DISTRITO	PROPIEDAD
				LONGITUD	LATITUD		
120708	PUNO	CO	3820.00	70°00'43.5"	15°49'34.5"	PUNO	SENAMHI
110880	Cabanillas	CO	3812.00	69°27'35.7"	16°12'13.6"	Cabanillas	SENAMHI
110879	ILAVE	CO	3880.00	69°38'42"	16°05'17.7"	ILAVE	SENAMHI
116060	DESAGUADERO	CO	3860.00	69°02'19.8"	16°33'48.66"	DESAGUADERO	SENAMHI
116029	PIZACOMA	CO	4060.00	69°22'06.08"	16°54'25.3"	PIZACOMA	SENAMHI
158326	CAPAZO	CO	4530.00	69°44'07.08"	17°11'15.8"	CAPAZO	SENAMHI
110878	MAZOCRUZ	CO	4100.00	69°42'21.09"	16°44'24.4"	MAZOCRUZ	SENAMHI

Tabla 17*Resumen de parámetros Meteorológicos de la Estación Cabanillas (1969-2012)*

MESES	VARIABLES		
	Precipitación (mm)	Temperatura (°)	Humedad relativa (%)
ENERO	158.94	9.70	67.30
FEBRERO	132.22	9.30	38.40
MARZO	107.63	9.40	67.10
ABRIL	42.28	9.00	59.80
MAYO	9.94	7.10	49.90
JUNIO	6.41	5.40	46.40
JULIO	4.96	5.20	45.90
AGOSTO	14.84	6.30	48.30
SETIEMBRE	27.37	7.80	48.70
OCTUBRE	32.47	9.00	46.90
NOVIEMBRE	52.37	9.70	48.90
DICIEMBRE	83.87	9.90	56.50
PROMEDIO		8.15	54.51
TOTAL	673.26		

3.3.2. Metodología de la evaluación de los techos de las viviendas

Se implementó la técnica a estudiar de campo debido a que la observación se realizó en las proximidades del objeto a estudiar, específicamente en los techados de las casas, y el Presidente de la población brindó su testimonio respecto al número de residentes en Molino.

3.3.3. Metodología del aspecto técnico.

Con la meta de incorporar criterios para la planificación de infraestructuras de captación pluvial, fue forzoso iniciar el proceso metodológico del aspecto técnico mediante el diagnóstico del área de estudio y la ejecución de estimaciones de la oferta y la demanda de.

- ❖ Para ello, debe tenerse en cuenta lo siguiente: La ubicación del emplazamiento para establecer el sistema de recogida de precipitaciones.



- ❖ Pronóstico del consumo hidrológico por unidad familiar.
- ❖ Estimación de la tasa de precipitación
- ❖ zona de captación de agua pluvial
- ❖ Diseño del sistema de conductos
- ❖ Diseño del volumen del tanque de sedimentación por trampa de partículas
- ❖ Planificación de sistemas de retención de agua de lluvia
- ❖ Diseño del sistema de bombeo
- ❖ Desarrollo del sistema de tratamiento y/o depuración de la esorrentía.

3.3.3.1. Localización del sitio para establecer el sistema de captación de agua de Lluvia.

La ubicación del sistema se determina por la acumulación de datos general, el entorno del predio, la detección de incidencias ambientales y los planes de mitigación.

3.3.3.2. Determinación de la demanda de agua por familia.

La demanda individual de agua se define como el volumen de agua que un individuo necesita para mantener su metabolismo y sus funciones físicos y biológicos de su organismo. También tiene en cuenta el número de habitantes que se verán favorecidos.

Tabla 18*Dotación por Región*

Región	Dotación L/Hab/Día
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Tabla 19*Cantidad de Agua que necesitamos.*

USO	CONSUMO (lt/hab/dia)
BEBIDA	5
SERVICIO DE SANEAMIENTO	20
HIGIENE	15
PREPARACIÓN DE ALIMENTOS	10
TOTAL L/HAB/DIA	50

La demanda de agua puede calcularse mediante la siguiente expresión matemática:

$$D_{jj} = \frac{Nu * Dot * Nd_{jj}}{1111111} \quad \text{Ecuación (3.1.)}$$

$$D_{anual} = \sum_{jj=1}^{11} D_{jj} \quad \text{Ecuación (3.2.)}$$

Donde:

- Dot = Dotación, en l/persona/día.
- 1000 = Factor de conversión en litros en m^3
- D_{jj} = Demanda de agua en el mes j , m^3 /mes /población.
- D_{anual} = Demanda de agua para la población.

N_u	=	Número de beneficiarios del sistema.
Nd_{jj}	=	Número de días del mes.
jj	=	Número del mes ($j=1, 2, 3, \dots, 12$)

3.3.3.3. Cálculo de la precipitación pluvial neta.

Tabla 20.

Coeficientes de escurrimiento (C_e) de los diferentes materiales en el área de captación.

TIPOS DE CAPTACIÓN	C_e
Cubiertas superficiales	
Concreto	0,6-0,8
Pavimento	0,5-0,6
Geomembrana de PVC	0,85-0,90
Azotea	
Azulejos, teja, calamina galvanizada	0,8-0,9
Hojas de metal acanaladas	0,7-0,9
Orgánicos (hojas con barro)	< 0,2
Captación en tierra	
Suelo con pendientes menores al 10%	0,0-0,3
Superficies naturales rocosas	0,2-0,5

Fórmula para estimar la precipitación neta:

$$PN_{ijk} = P_{ijk} * \eta_{captación} \quad \text{Ecuación (3.3)}$$

Donde:

P_{iik} = Precipitación Total

PN_{ijk} = Precipitación neta

$\eta_{captación}$ = Eficiencia de captación

Es aconsejable no tener en cuenta estas precipitaciones, sobre todo si se producen durante las estaciones áridas, ya que la cantidad y la pureza del agua no se tendrán en cuenta a efectos de almacenamiento. Esto es especialmente cierto cuando la precipitación media mensual es inferior a 50 mm



3.3.3.4. Consideraciones para la realización de los cálculos

El técnico puede obtener la información más valiosa del cálculo de la superficie de cosecha de escorrentía pluvial observando que se recoge un litro de agua por cada milímetro que desciende sobre un m². No obstante, la afirmación anterior está sujeta a revisión mediante coeficientes de ponderación que tengan en cuenta las pérdidas en áreas de captación, que son consecuencia del retroceso del agua que cae, la absorción, la evaporación y la pendiente de las superficies. Los valores designados a estos coeficientes en esta sección están sujetos a cambios a discreción del técnico, ya que su impacto depende de las condiciones específicas de cada lugar, determinadas por la investigación y la experiencia previas.

En la tabla siguiente se presenta un evaluación del volumen de precipitación captada en litros en asociación con la superficie de captación y la pluviometría media. Con el fin de optimizar su utilización, se han evaluado determinados factores, entre los que se incluyen zonas de captación que van de 1 a 20.000 m².

De este modo, el volumen de precipitación que debe recogerse para cualquier condición dada puede determinarse sumando las intersecciones de la superficie de captación y la precipitación. A modo de ejemplo, el volumen hídrico captada es de 110 litros cuando la zona de captación es de 1 m² y la lluvia es de 110 mm. Este valor se calcula sumando el valor conveniente a las encuentros de las precipitaciones y la superficie de captación y, a continuación, añadiendo

Tabla 21.

Volumen de agua captado en litros con relación al área de captación y a la precipitación pluvial promedio.

Área de captación (m ²)	Precipitación pluvial promedio(mm)			
	1	10	100	1000
	Volumen captado en Litros			
1m ²	1	10	100	1000
10 m ²	10	100	1000	10000
50 m ²	50	500	5000	50000
100 m ²	100	1000	10000	100000
150 m ²	150	1500	15000	150000
200 m ²	200	2000	20000	200000
250 m ²	250	2500	25000	250000
300 m ²	300	3000	30000	300000
350 m ²	350	3500	35000	350000
400 m ²	400	4000	40000	400000
450 m ²	450	4500	45000	450000
500 m ²	500	5000	50000	500000
550 m ²	550	5500	55000	550000
600 m ²	600	6000	60000	600000
650 m ²	650	6500	65000	650000
700 m ²	700	7000	70000	700000
750 m ²	750	7500	75000	750000
800 m ²	800	8000	80000	800000

3.3.2.2 Área de captación del agua de lluvia

Para determinar la superficie de recogida de aguas pluviales (en planta) puede utilizarse la siguiente fórmula.

$$A = a * b$$

Donde:

a = Ancho

b = Largo

Si el sistema de recogida de aguas pluviales no tiene zona de captación, se construirá conforme a la solicitud anual de los beneficiarios y el volumen de precipitación neta anual.

$$Aec = \frac{D_{anual}}{\sum_{jj=1}^{111} PN_{jj}} \quad \text{Ecu. (3.4)}$$

$$jj = \text{No. del mes con lluvia}, \quad jj = 1, \dots, 12$$

3.3.3.5. Diseño del sistema de conducción del agua de lluvia captada

El agua de lluvia recogida en tejados y zonas de escorrentía debe transportarse mediante tuberías de PVC y canalones de chapa galvanizada hasta el sistema de almacenamiento. Se necesita un conector hidráulico o de decantación para disminuir la velocidad y, también, sedimentar las partículas suspendidas del agua de escorrentía procedente de la zona de captación cuando la pendiente es superior al 10% y las pendientes recogen las precipitaciones.

Se puede emplear la expresión para determinar el caudal de la tubería:

$$Q_c = \frac{55}{111} (Aec * I_{lluvia}) \quad \text{Ecu. (3.5)}$$

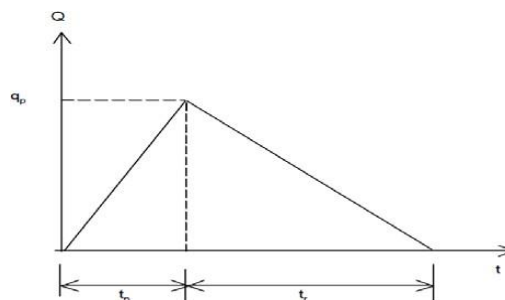
Eliminando la zona de la expresión de continuidad, se puede hallar el diámetro (Sotelo, 2005)

$$D = 11 * \sqrt[4]{Q_c} \pi v \quad \text{Ecu. (3.6)}$$

➤ Colección y conducción de agua de lluvia.

Las dimensiones de los canales, que son accesorios para recoger y dirigir el escurrimiento pluvial hacia un sistema de almacenamiento, son determinadas por la cantidad de precipitación (corta y uniforme), el período de reunión del agua, el tramo del área de pasaje y la pendiente del terreno.

El periodo de contenido de la cuenca es un elemento crucial en el análisis hidrológico de una cuenca y de las regiones de escorrentía en pendiente. Se expresa matemáticamente mediante fórmulas que, combinadas con las propiedades físicas de la cuenca hidrográfica o zona de captación, proporcionan un hidrograma de salida.



El caudal máximo (Q_p), el tiempo de niveles del caudal máximo (t_b) y el tiempo de caudal máximo (t_p) constituyen un hidrograma triangular.

$$t_{base} = t_p + t_{11} \quad \text{Ecu. (3.9.)}$$

- a) Calcular el tiempo de concentración (t_c) mediante la fórmula de Kirpich:

$$t_c = 11.111111001155 \frac{[11.7777]}{11.001155} \quad \text{Ecu. (3.10)}$$

b) Tiempo (T_p) en que se alcanza el máximo escurrimiento en la cuenca o área de captación, se estima mediante la expresión:

$$t_{p\bar{}} = 11.55 D + 11.66 t_c \quad \text{Ecu. (3.11.)}$$

$$t_p = 11 t_c + 11.66 t_c \quad \text{Ecu. (3.12.)}$$

c) Tiempo de concentración del caudal máximo (t_b). Se Utilizar la siguiente ecuación para estimar la cantidad de escorrentía superficial que se drenará de la zona de captación impermeable::

$$t_b = 11.6677 t_p \quad \text{Ecu. (3.13.)}$$

d) El gasto máximo (Q_p). En los canales de captura y transporte, el caudal se tolera como un caudal especialmente variable a medida que el agua se acumula en la longitud del canal.

$$Q_p = \frac{11.117711 \cdot P \cdot A}{t_p} \quad \text{Ecu. (3.14.)}$$

Estimación del área de la canaleta.

Esta expresión se emplea para estimar la descarga prevista en la región de escorrentía con la precipitación neta.

Dado que el agua se retrae a lo largo de la canaleta, el comportamiento caudal en las canaletas para captar y conducir es espacialmente variable. La ecuación de

$$Q_P = AV$$

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

Ecuación (3.15.)

Tabla 22

Altura, área hidráulica, Perímetro mojado y Radio hidráulico en secciones para coleccionar el agua de lluvia.

Forma	Altura tirante	Área Hidráulica	Perímetro mojado	Radio Hidráulico	Observaciones
Circular	0,5D	1,57 r ²	3,14 r	0,500r	D = diámetro r = radio
Rectangular	Y	Bt	B+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b = base y = tirante
Triangulo 90°	Y	y ²	2,83y	$\frac{y}{2}$ 83	y = tirante
Trapezoidal talud 60° con la horizontal				$y = \left(\frac{b+y\sqrt{3}}{b+4y\sqrt{3}} \right)$	b = ancho y = tirante

3.3.2.1 Diseño del volumen del sedimentador o trampa de sólidos

La siguiente tabla muestra las fórmulas utilizadas para calcular las medidas de canaleta de varias secciones.

La separación de partículas en suspensión con gravedad específica superior a la del agua por la fuerza de la gravedad es el proceso físico de sedimentación. De acuerdo con Anaya (2005), los factores de diseño de la estructura de captura son la superficie útil para el aprovechamiento de escorrentía pluvial y la intensidad máxima de lluvia registrada, que valora entre 50 y 100 mm/h.

$$V_{\text{sedimentador}} = Aec * Ip \quad \text{Ecu. (3.16.)}$$

La siguiente fórmula establece que la mayor pendiente que presente una tormenta corresponderá a la intensidad máxima de las precipitaciones.

$$Ip = \frac{P_r}{t} \quad \text{Ecu. (4.17.)}$$

3.3.2.2 Diseño del sistema de almacenamiento del agua de lluvia captada

El agua se almacena llenando aljibes para alimentar a una población determinada tanto en los tiempos de sequía como en los de no. La cisterna está hecha de hormigón, ladrillo o revestimiento de geomembrana, que es más asequible, estanca y ofrece agua limpia para beber y para uso doméstico.

Las propiedades cohesivas del suelo y su ángulo de reposo determinan las pendientes de la cisterna (Sánchez, 2005).

$$V_{\text{cisterna}} = D_{jj} * M_{\text{sessuia}+11} \quad \text{Ecu. (3.18.)}$$

3.3.2.3 Análisis de estabilidad de taludes del sistema de almacenamiento y del sedimentador.

Tras la determinación de las dimensiones del sedimentador y del sistema de almacenaje del agua recogida, se lleva a cabo un análisis de permanencia del talud o del muro. Este análisis se basa en el valor de los coeficientes de deslizamiento y vuelco, que se calculan tomando en cuenta la densidad volumétrica del área natural, la carga sobre la superficie bidimensional, las áreas de carga y las fuerzas de flexión de inercia de segundo orden para un área plana.



3.3.2.4 Bombeo del agua de lluvia almacenada

Reside en utilizar una bomba o un sifón para extraer el agua que se ha recogido y almacenado durante los meses de lluvia. Las partes son un depósito de almacenamiento aguas arriba del tren de tratamiento de depuración, una motobomba, una tubería y un sifón.

- Profundidad de aspiración. Es la trayecto, expresada en (m), entre el eje de la bomba de superficie y el espejo de agua.

La idea física relativa al trabajo necesario, para la cantidad dado de agua a una altura determinada, en la fuerza de atracción gravitatoria es la base de los parámetros hidráulicos mencionados en las palabras anteriores. La fuerza necesaria en hidráulica para realizar esta tarea se denomina carga hidráulica.

- Peso estático. Cantidad de agua que hay que transportar (A+B) desde la posición de estabilidad hasta el punto de flujo.
- Fricción o carga dinámica. Carga adicional, denotada por CF y expresada también en metros, m, que se desarrolla cuando el agua fluye por toda la longitud de la tubería a un caudal determinado. Características físicas como la clase de conducto y su extensión y la velocidad de flujo que la atraviesa afectan a la cuantificación de la misma.
- Toda la carga dinámica. Toda la carga hidráulica implicada en la operación de bombeo se representa mediante CDT.

$$CDT = (A + B)$$

Ecu. (3.19.)

- **Fuerza hidráulica (PH).** El esfuerzo requerido por la bomba para llevar a cabo esta tarea se expresa en vatios y puede encontrarse en la siguiente expresión:

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ watts}$$

$$\text{PH} = 9.8 \text{ Q. CDT}$$

$$\text{Ecu. (3.20.)}$$

3.3.2.5 Evaluación de la calidad de agua de lluvia.

Tabla 23

Parámetros, LMP de la calidad de agua.

PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	Nivel Máximo Admisible	Métodos de ensayo.
Turbiedad	UNT	5	Nefelométrico
Temperatura	°C	--	Termómetro
pH	Valor de Ph	6.5 a 8.5	Potenciometrico
Conductividad (25°)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500	Potenciometrico
Sólidos Disueltos Totales	mg/L-1	1 000	potenciométrico
Sólidos suspendidos	mg/L-1	--	
Dureza Total	mg/L CaCO ₃ L ⁻¹	500	APHA-AWWA
Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250	APHA-AWWA
Sulfatos	mg SO ₄ =L ⁻¹	250	APHA-AWWA



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de la evaluación de los techos de las viviendas rurales para la captación de agua de lluvia con fines de consumo doméstico, en molino.

4.1.1. Resultados de la evaluación de los techos de las viviendas en el área de estudio en molino del distrito de cabanillas

El análisis de la superficie cubierta por los tejados de las viviendas del Molino se ha tenido en cuenta para la parte técnica del concepto de recogida de aguas pluviales para uso humano. Por ende es requerido efectuar un diagnóstico del área a estudiar. A través de este proceso, se descubrió que el área del techo de la zona de estudio está formada por plancha de zinc protectora, que se distingue por una superficie uniforme, drenaje rápido y efecto antiséptico debido al aumento de la temperatura del metal por la exposición al sol.

Hoy en día, la mayoría de casas constan de 3 habitaciones erigidas con material noble y cubiertas de chapa galvanizada, que suman una media de unos 100 m² de superficie colectora. Es importante señalar que los tejados de los edificios están libres de óxido, lo que avala una captación de agua de alta calidad, y que la pendiente de los tejados favorece el drenaje del agua.

Tabla 24.

Vivienda familiar y área total de techos construidos con lámina galvanizada

Nº VIVIENDA	JEFE DE FAMILIA	CARGA FAMILIAR	Nº DE HABITACIONES	ÁREA TOTAL DE HABITACIONES M ²	DIMENSIONES DE HABITACIONES
1	Genaro CHAYÑA CHIPANA	3	3	104	5X8 5X8 4X6
2	Mariano CHALCO COLLATUPA	5	3	115	5X9 5X9 5X5
3	Carmen CALISAYA PERCA	2	3	88	4X8 4X8 4X6
4	Eugenio CANDIA PACCO	4	2	52	5X8 2X6
5	Olga CONSTANCIA JULI	2	4	142	5X8 5X8 4X5 6X8

La vivienda del cuenta con una cocina, un área de usos múltiples, un dormitorio secundario y un dormitorio principal. Estas poseen las siguientes cualidades: El techo de la vivienda está compuesto por lámina galvanizada a dos aguas, mientras que las paredes están construidas con bloques de 20 cm de espesor. Se calculó una superficie de 104 m², teniendo en cuenta tres estancias: la cocina, la sala multiusos, el dormitorio secundario y el dormitorio principal. Para recoger el agua plvia, la mayoría de las viviendas de la región estudiada carecen de canalones.

Se pensó que utilizar los tejados de las viviendas era una forma práctica de fomentar el desarrollo rural razonable de poblaciones marginadas, fomentando la recogida y el uso eficaz del agua de lluvia para fines domésticos.

La casa donde se colocaron los canalones tiene 65 metros en cada casa. Está construida con chapa bañada de calibre 27 remachada cada 3,05 metros y sellada con silicona de alta calidad. El canalón tiene una altura de 12 cm y una base de 10 cm. Cada metro de distancia, se utilizó una solera de acero de 1 * 1/8» para sujetar los canalones bajo los márgenes del tejado. El material de PVC higiénico utilizado en el sistema conductual del agua de lluvia tiene una altura media de 2,80.

4.1.2. Resultados del diagnóstico.

Molino aún no cuenta con una fuente fiable de agua potable; en su lugar, la gente depende de pozos rústicos mal tratados para abastecerse de agua para uso humano.

Figura

9

Medición del área del pozo .



Tabla 25.

Jefes de hogar sondeados que consumen agua de fuentes profundas no convencionales

Nº POZO	BENEFICIARIO	FORMA DEL POZO	PROFUNDIDAD DEL POZO	NIVEL ESTÁTICO	VOLUMEN APROXIMADO M ³
1	Silverio RAMIREZ LAQUI	CIRCULAR	2,8	1,3	2,5
2	Juan JALIRI COLLATUPA	CIRCULAR	3,6	2	3,1
3	Efraín FLORES JIMENEZ	CIRCULAR	2,7	1,2	2,3
4	Tomasa MAQUERA VILCA	CIRCULAR	3	1,4	2,7
5	Juan JALIRI ARHUATA	CIRCULAR	2,5	1,2	2,6

De todas las casas examinadas, sólo dos tenían fosas sépticas, 77 tenían letrinas o pozos negros y tres no tenían retretes.

Esto provoca la propagación de la contaminación ambiental, que repercute

en el desarrollo intelectual y biológico de las personas, fundamentalmente de los jóvenes.

Las fuentes no tratadas (ríos, arroyos y pozos rurales) son las que más destacan entre ellas. el grupo demográfico que puede experimentar problemas de salud, como parasitosis, diarrea y otros trastornos gastrointestinales.

Tabla 26.

Familias encuestadas que consumen agua por Lit/pers/día - 2015

		POBLADOR S DE MC INO										
	POBLADORES	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	RICARDO JARO OLIVA	2	3	80	78	X	X		3	18	10	8
2	ROBERTO MOLLINEDO CACERES	5	3	113	250	X	X		5	20	15	10
3	ALEX TICONA AGUILAR	1	4	48	43	X		X	6	12	15	10
4	GENARO CHAYÑA CHIPANA	2	3	104	90	X	X		5	20	10	10
5	NICOLAS PACCO CARITA	5	3	128	180	X	X		3	15	10	8
6	ROSA CHACOLLI CHAGUA	2	4	48	76	X	X		8	10	10	10
7	ANTONIO MAMANI NINA	3	3	90	111	X		X	4	15	10	8
8	EDGAR MULLUNI MAMANI	2	4	64	76	X	X		5	18	10	5
9	VICTOR CANDIA BENITO	2	3	96	86	X	X		3	20	15	5
10	SABINO AYCAYA CONDORI	3	3	96	126	X		X	6	20	6	10
11	ALBERTO PONGO CACERES	4	3	128	160	X	X		5	20	10	5
12	OLGA CONSTANCIA JULI	2	4	142	76	X	X		3	15	10	10
13	PABLO TICONA RAMOS	5	3	120	190	X	X		5	15	8	10
14	RICARDO LOVE CHIPANA	2	3	96	82	X	X		6	20	10	5
15	JUAN JALIRI ARHUATA	1	3	48	42	X	X		4	20	10	8
16	PABLO BARBAITO CHAMBI	4	4	96	176	X		X	4	25	10	5
17	ZOCRATES OLIVA CONSTANZA	4	4	96	164	X	X		3	20	8	10
18	JUAN PACCO COLQUE	4	3	128	164	X		X	5	20	8	8
19	JUAN CANDIA CHACOLLI	2	4	64	84	X	X		4	20	10	8
20	ISAAC MULLUNI AMARU	4	3	96	152	X		X	4	25	5	4
21	GABRIEL CALIZAYA PERCA	4	3	128	168	X		X	6	20	8	8
22	NORMA GUTIERREZ CANDIA	3	3	96	129	X	X		5	20	10	8
23	EDWIN MURRILLO TICONA	3	4	96	147	X	X		4	25	10	10
24	CARMEN CALISAYA PERCA	2	3	88	100	X	X		5	20	15	10
25	SILVERIO RAMIREZ LAQUI	3	3	96	129	X	X		5	20	10	8
26	TIMOTEO HUANCA QUISPE	2	3	96	82	X	X		3	20	10	8
27	JOSE MOLLINEDO MAMANI	4	5	128	164	X	X		3	20	10	8
28	NORMA QUISPE MAMANI	3	3	120	117	X		X	4	25	5	5
29	MARIANO CHALCO COLLATUPA	3	3	115	144	X	X		5	15	20	8
30	JULIO CONSTANCIA JULI	4	3	120	152	X	X		3	20	10	5
31	EFRAIN FLORES JIMENEZ	4	2	128	192	X		X	5	20	15	8

- A Carga familiar
- B Número de habitaciones
- C Área de techo en m²
- D Consumo de agua en lts/persona/día



- E Viviendas con techos de material metalizado
- F Materiales selectos utilizados en la edificación
- G Material de bloques de barro con el que está construido la vivienda
- H Litros de agua para la bebida diaria por persona
- I Litros de agua para el saneamiento (lavado de ropa otros)
- J Litros de agua para la higiene
- K Litros de agua potable para consumo alimentario

4.1.3. Resultados del sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico a nivel familiar en viviendas rurales en molino del distrito Cabanillas.

En zonas rurales como Molino, los sistemas de recolección de agua pluvial para alimentación humana se erigen como un instrumento indispensable en la lucha contra la polución y la escasez hídrica. La precipitación atmosférica recogida de los tejados residenciales tiene varios beneficios para los usuarios del sistema, entre ellos la mejora el bienestar del agua y un mayor nivel de vida, puesto que los usuarios ya no tienen que soportar penurias como acarrear pesadas cargas de agua o largos desplazamientos para obtener agua para las tareas domésticas. Al aumentar la higiene personal, disminuye la frecuencia de padecimientos asociados con el acceso inadecuado a agua limpia. Como el sistema decogida de agua pluvial es sencillo de manejar, requiere poco trabajo, puede construirse por menos dinero gracias a materiales accesibles localmente y consume muy poca energía -bueno, no mucha, salvo el sistema de distribución-, no necesita una inversión financiera significativa para implantarse.

Figura 10

Vivienda con techo de calamina galvanizada - 2015.



4.1.4. Aspectos técnicos del sistema de captación del agua de lluvia para uso doméstico y consumo humano a nivel familiar.

A. Elección del lugar idóneo para la construcción del sistema de captación de lluvia.

La elección del emplazamiento para la construcción del sistema de recogida de agua pluvial fue la primera etapa.

B. Determinación de la demanda de agua de la familia.

Con el fin de calcular el contenido requerido para uso doméstico, el proyecto se efectuó en Molino, en el distrito de Cabanillas, provincia de San Román,



enero	$:D_{j_{111111}} = \frac{44 \cdot 001 \cdot 5511}{111111} = 66.1111 m^0 / mes$
febrero	$:D_{j_{111111}} = \frac{44 \cdot 1111 \cdot 5511}{111111} = 55.66 m^3 / mes$
marzo	$:D_{j_{111111}} = \frac{44 \cdot 001 \cdot 5511}{111111} = 66.1111 m^0 / mes$
abril	$:D_{j_{111111}} = \frac{44 \cdot 0011 \cdot 5511}{111111} = 66.1111 m^0 / mes$
mayo	$:D_{j_{111111}} = \frac{44 \cdot 001 \cdot 5511}{111111} = 66.1111 m^3 / mes$
junio	$:D_{j_{111111}} = \frac{44 \cdot 0011 \cdot 5511}{111111} = 66.1111 m^3 / mes$
julio	$:D_{j_{111111}} = \frac{44 \cdot 001 \cdot 5511}{111111} = 66.1111 m^3 / mes$
agosto	$:D_{j_{111111}} = \frac{44 \cdot 001 \cdot 5511}{111111} = 66.1111 m^3 / mes$
setiembre	$:D_{j_{111111}} = \frac{44 \cdot 0011 \cdot 5511}{111111} = 66.1111 m^0 / mes$
octubre	$:D_{j_{111111}} = \frac{44 \cdot 001 \cdot 5511}{111111} = 66.1111 m^3 / mes$
noviembre	$:D_{j_{111111}} = \frac{44 \cdot 0011 \cdot 5511}{111111} = 66.1111 m^3 / mes$
diciembre	$:D_{j_{111111}} = \frac{44 \cdot 001 \cdot 5511}{111111} = 66.1111 m^0 / mes$

111

$$D_{anual} = \sum_{jj=1}^{\diamond} D_{jj} = 7700.1111 m^0 / año / familia$$

Tabla 27

Demanda del agua mensualizada para 1 persona

VOLUMEN MENSUALIZADO POR PERSONA AL AÑO (m³)

Nº DE DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
VOLUMEN (m³)	1,55	1,4	1,55	1,5	1,55	1,5	1,55	1,55	1,5	1,55	1,5	1,55	18,25

Figura 11.

Volumen requerido para una persona

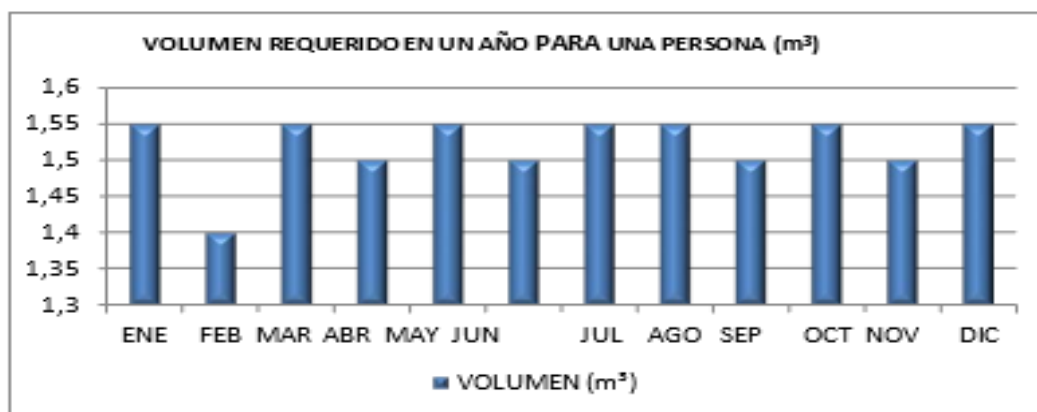


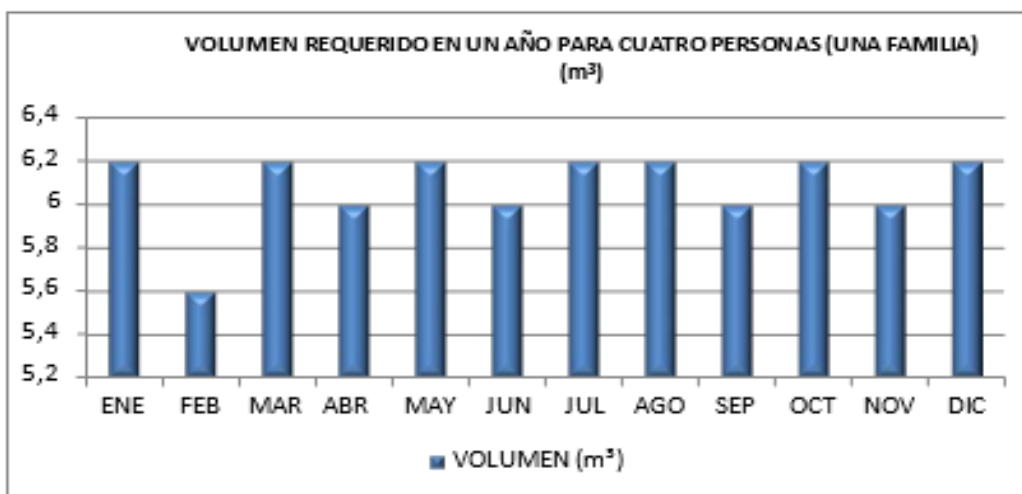
Tabla 28.

Demanda del agua mensualizada para 4 personas

Nº DE DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
VOLUMEN (m³)	6,20	5,60	6,20	6,00	6,20	6,00	6,20	6,20	6,00	6,20	6,00	6,20	73,00

Figura 12.

Volumen requerido para 4 personas



C. Cálculo de la oferta de precipitación pluvial.

- Cálculo de oferta de precipitación pluvial mensual

Para determinar la lluvia neta se utiliza la media mensual de las precipitaciones de los años récord anteriores; en este ejemplo, los meses con lluvia tuvieron una media de 901,8 mm de diciembre a marzo.

Tabla 29.

Oferta de precipitación del agua mensualizada

PRECIPITACIONES					
MESES	Precipitación 1969-2012 (mm)	Precipitación 2014- 2015 (mm)	AREA DE TECHO m ²	PRESIPITACIÓN MENSUAL m ³	
ENERO	158.93	233,6	120		28,032
FEBRERO	132.21	177,44	120		21,2928
MARZO	107.64	90,4	120		10,848
ABRIL	42.29				
MAYO	9.95				
JUNIO	6.40				
JULIO	4.95				
AGOSTO	14.83				
SETIEMBRE	27.36				
OCTUBRE	32.48				
NOVIEMBRE	52.36				
DICIEMBRE	83.86	220	120		26,4
PROMEDIO					
TOTAL	673.26	721,44			86,57



Tabla 30.

Precipitación del mes de enero 2015 en (mm)

REGISTRO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL DICIEMBRE 2014					
LUGAR DE ESTUDIO		Molino			
PERIODO DE ESTUDIO		DICIEMBRE 2014 - MARZO 2015			
PRECIPITACION OFERTADA MES DE DICIEMBRE 2014					
FECHA	DIA	PRECIPITACIÓN (mm)		ACUMULADO POR DIA (mm)	
		06:00 hrs	18:00 hrs		
01/12/2014	LUNES		10	1	11
02/12/2014	MARTES		14		14
03/12/2014	MIÉRCOLES		12	2,5	14,5
04/12/2014	JUEVES		8		8
05/12/2014	VIERNES		9,4		9,4
06/12/2014	SÁBADO		2	2	4
07/12/2014	DOMINGO		8,5		8,5
08/12/2014	LUNES		1		1
09/12/2014	MARTES		0,5		0,5
10/12/2014	MIÉRCOLES		0,4		0,4
11/12/2014	JUEVES		4	6	10
12/12/2014	VIERNES		0,2		0,2
13/12/2014	SÁBADO		23	3	26
14/12/2014	DOMINGO		18	15	33
15/12/2014	LUNES		8,5	3	11,5
16/12/2014	MARTES		6,2	3,5	9,7
17/12/2014	MIÉRCOLES		8		8
18/12/2014	JUEVES		16		16
19/12/2014	VIERNES		8	5	13
20/12/2014	SÁBADO		4	10	14
21/12/2014	DOMINGO		6		6
22/12/2014	LUNES		5,8		5,8
23/12/2014	MARTES				0
24/12/2014	MIÉRCOLES		2		2
25/12/2014	JUEVES		1	3	4
26/12/2014	VIERNES		10		10
27/12/2014	SÁBADO		9	2,8	11,8
28/12/2014	DOMINGO		2	3	5
29/12/2014	LUNES		0,5	5	5,5
30/12/2014	MARTES		10	0,5	10,5
31/12/2014	MIÉRCOLES		0,5	2	2,5
TOTAL (mm)			208,5	67,3	275,8



REGISTRO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL ENERO 2015

LUGAR DE ESTUDIO		Molino			
PERIODO DE ESTUDIO		DICIEMBRE 2014 - MARZO 2015			
PRECIPITACIÓN OFERTADA MES DE ENERO 2015					
FECHA	DÍA	PRECIPITACIÓN (mm)		ACUMULADO POR DÍA	
		06:00 hrs	18:00 hrs		
01/01/2015	JUEVES	12	5	17	
02/01/2015	VIERNES	15	5	20	
03/01/2015	SÁBADO	10	2,5	12,5	
04/01/2015	DOMINGO	5		5	
05/01/2015	LUNES	8	3	11	
06/01/2015	MARTES	9		9	
07/01/2015	MIÉRCOLES	5	2	7	
08/01/2015	JUEVES	5,5	3,5	9	
09/01/2015	VIERNES	5	3,5	8,5	
10/01/2015	SÁBADO	3,5	4	7,5	
11/01/2015	DOMINGO	4		4	
12/01/2015	LUNES	6	4	10	
13/01/2015	MARTES		3	3	
14/01/2015	MIÉRCOLES	6		6	
15/01/2015	JUEVES	1,5	4	5,5	
16/01/2015	VIERNES	3		3	
17/01/2015	SÁBADO	3,5	4	7,5	
18/01/2015	DOMINGO	5		5	
19/01/2015	LUNES	6	1	7	
20/01/2015	MARTES		2,5	2,5	
21/01/2015	MIÉRCOLES	2	5,5	7,5	
22/01/2015	JUEVES	5,5		5,5	
23/01/2015	VIERNES	4	2,5	6,5	
24/01/2015	SÁBADO	5	6	11	
25/01/2015	DOMINGO	4,5	2	6,5	
26/01/2015	LUNES	7	5	12	
27/01/2015	MARTES	9	8	17	
28/01/2015	MIÉRCOLES	6	6	12	
29/01/2015	JUEVES	10	8	18	
30/01/2015	VIERNES	12	4	16	
31/01/2015	SÁBADO	5	15	20	
TOTAL (mm)		183	109	292	

Tabla 31.

Precipitación del mes de febrero 2015 en (mm)

REGISTRO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL FEBRERO 2015				
LUGAR DE ESTUDIO	Molino			
PERIODO DE ESTUDIO	DICIEMBRE 2014 - MARZO 2015			
PRECIPITACIÓN OFERTADA MES DE FEBRERO 2015				
FECHA	DÍA	PRECIPITACIÓN (mm)		ACUMULADO POR DÍA
		06:00 hrs	18:00 hrs	
01/02/2015	DOMINGO	6,5	0	6,5
02/02/2015	LUNES	2,8	0	2,8
03/02/2015	MARTES	5	2,5	7,5
04/02/2015	MIÉRCOLES	16	1	17
05/02/2015	JUEVES	0	0	0
06/02/2015	VIERNES	4,5	0	4,5
07/02/2015	SÁBADO	2,5	3,5	6
08/02/2015	DOMINGO	8,5	2,5	11
09/02/2015	LUNES	2	10	12
10/02/2015	MARTES	14	2	16
11/02/2015	MIÉRCOLES	5	0	5
12/02/2015	JUEVES	7	0	7
13/02/2015	VIERNES	5	5	10
14/02/2015	SÁBADO	7	40	47
15/02/2015	DOMINGO	8,5	0	8,5
16/02/2015	LUNES	2	0	2
17/02/2015	MARTES	0	0	0
18/02/2015	MIÉRCOLES	1	0	1
19/02/2015	JUEVES	0	0	0
20/02/2015	VIERNES	5	2	7
21/02/2015	SÁBADO	8	0	8
22/02/2015	DOMINGO	8	1	9
23/02/2015	LUNES	5	0	5
24/02/2015	MARTES	7	1	8
25/02/2015	MIÉRCOLES	4	6	10
26/02/2015	VIERNES	1	0	1
27/02/2015	SÁBADO	2	0	2
28/02/2015	DOMINGO	8	0	8
TOTAL (mm)		145,3	76,5	221,8



Tabla 32

Precipitación del mes de marzo 2015 en (mm)

REGISTRO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL MARZO 2015				
LUGAR DE ESTUDIO		Molino		
PERIODO DE ESTUDIO		DICIEMBRE 2014 - MARZO 2015		
PRECIPITACION OFERTADA MES DE MARZO 2015				
FECHA	DÍA	PRECIPITACIÓN (mm)		ACUMULADO POR DÍA
		06:00 hrs	18:00 hrs	
01/03/2015	DOMINGO	5	0	5
02/03/2015	LUNES	4	0	4
03/03/2015	MARTES	6	0	6
04/03/2015	MIÉRCOLES	0	2	2
05/03/2015	JUEVES	0	1	1
06/03/2015	VIERNES	4	4	8
07/03/2015	SÁBADO	7	0	7
08/03/2015	DOMINGO	5	0	5
09/03/2015	LUNES	3	0	3
10/03/2015	MARTES	0	0	0
11/03/2015	MIÉRCOLES	0	0	0
12/03/2015	JUEVES	8	0	8
13/03/2015	VIERNES	0	2	2
14/03/2015	SÁBADO	5	3	8
15/03/2015	DOMINGO	0	4	4
16/03/2015	LUNES	3	2	5
17/03/2015	MARTES	7	2	9
18/03/2015	MIÉRCOLES	8	6	14
19/03/2015	JUEVES	0	0	0
20/03/2015	VIERNES	0	0	0
21/03/2015	SÁBADO	0	0	0
22/03/2015	DOMINGO	0	0	0
23/03/2015	LUNES	0	0	0
24/03/2015	MARTES	0	0	0
25/03/2015	MIÉRCOLES	0	0	0
26/03/2015	JUEVES	5	0	5
27/03/2015	VIERNES	8	1	9
28/03/2015	SÁBADO	5	3	8
29/03/2015	DOMINGO	0	0	0
30/03/2015	LUNES	0	0	0
31/03/2015	MARTES	0	0	0
TOTAL (mm)		83	30	113

Tabla 33.*Oferta de precipitación en (mm) durante los meses de diciembre 2014 a marzo del 2015*

MES	DIC-14	ENE-15	FEB-15	MAR-15	TOTAL
PRECIPITACIÓN (mm)	275,00	292,00	221,80	113,00	901,80
DIAS DEL MES	31	31	28	31	121

4.1.4.1. Cálculo de la oferta de precipitación pluvial neta

En la cuantificación de la precipitación neta sólo se tienen en cuenta los valores de precipitación neta superiores a 40 mm; las cantidades inferiores no se conservan y, en cambio, se utilizan para limpiar la zona de captación y los canalones; 0,8 es el coeficiente de escurrimiento elegido, ya que es calamina para este fin.

Mes de diciembre	2014	$PN_{ijk} = 275 * 0.8 = 220$
Mes de enero	2015	$PN_{ijk} = 292 * 0.8 = 233.6$
Mes de febrero	2015	$PN_{ijk} = 221.8 * 0.8 = 177.44$
Mes de marzo	2015	$PN_{ijk} = 113 * 0.8 = 90.4$

La precipitación pluvial neta es de 721.44mm

Tabla 34*OFERTA DE PRECIPITACIÓN PLUVIA NETA DE LOS MESES DICIEMBRE – MARZO*

MES	dic-12	ene-13	feb-13	mar-13	TOTAL
PRECIPITACIÓN (mm)	220,01	233,59	177,43	90,41	721,43
DIAS DEL MES	31	31	28	31	121

D. Área de captación del agua de lluvia.

La superficie de captación de 120 m² de la casa Molino se divide en dos cubiertas de 60 m². Utilizamos la expresión que asociada la demanda por mes y la precipitación neta de mese con lluvia, como diciembre a marzo, para determinar si



la superficie de captación de la estructura actual es suficiente.

$$A_{ec} = \frac{73 \text{ m}^3}{721.44 \text{ mm}} = 101.18 \text{ m}^2$$

El suministro anual de agua de un hogar de cuatro personas tiene una superficie de captación de 101,18 m².

4.2. Resultados del diseño del sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia para el consumo doméstico en las viviendas rurales del distrito de Cabanillas, provincia de San Forman.

• **Diseño del sistema de conducción del agua captada.**

- Longitud del cauce : 10 m
- Cota máxima : 3.5 m
- Cota mínima : 2.40 m
- Superficie de captación : 60 m²

$$60 \text{ m}^2 = \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}\right)^2 \times \frac{60 \text{ m}^2 \times 1000000}{1000000} = 0.000060 \text{ km}^2$$

Precipitación máxima registrada diaria = 47mm
 Duración de la precipitación pluvial neta (del pluviómetro) = 90 minutos (del pluviómetro)
Convertimos en horas

$$90 \text{ min} \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 1.5 \text{ h}$$

4.2.1. Resultados:

a) tiempo de concentración del agua

$$t_r = 11.111111001155 \frac{11.55^{11.777}}{11.55^{11.777}} = 11.1111114499$$



b) Estimación del momento de pico de escorrentía con empleo de modelos hidrológicos.

$$t_p = 11.11114499 + (11.66 * 11.11114499) = 11.144119944h$$

El momento en que se produce la mayor escorrentía puede averiguarse sabiendo cuánto duró la lluvia máxima.

$$t_p = 11.55D$$

55D

$$t_p = 11.55(1.55h) + 11.66(11.11114499) = 11.7755119944 h$$

c) Tiempo para drenar todos los escurrimientos

Para determinar el tiempo que tardará en escurrir la escorrentía se utiliza la siguiente fórmula:

$$t_b = 11.6677(tp)$$

Reemplazando en los dos casos

$$t_b = 11.6677(11.14411) = 11.0011166 h$$

$$t_b = 11.6677(11.77551199) = 11.1111100h$$

d) El gasto máximo esperado para el área indicada es:

$$Q_p = \frac{11.117711 \cdot 4477mm \cdot 11.111111111661km^2}{11.14400h} = 11.1111144m^3/s$$

e) Estimación del área transversal de una canaleta rectangular y circular para conducir 10.49lts/seg

Datos:

$$Q_p = 11.1111144 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 1.11 \text{ m/s}$$

La pendiente es 6% entonces el área será:

$$A = \frac{11.1111144 \text{ m}^3/\text{s}}{1.11 \text{ m/s}} = 11.1111166 \text{ m}^2$$

$$11.1111166 \text{ m}^2 \times \frac{100 \text{ cm}^2}{\text{m}^2} = 111116.6 \text{ cm}^2$$

La sección del canal será (rectangular)

Tabla 35.

Altura, Área hidráulica, Perímetro mojado y Radio hidráulico en sección circular y rectangular

Forma	área hidráulica	altura tirante	perímetro mojado	radio hidráulico	Observaciones
Rectangular	0,16m ²	0,08m	0,12m	0,025	b = 0.12 = base y = 0.16 =tirante

A. Diseño del sistema de almacenamiento del agua de lluvia captada

Área del sistema diseñado:

$$A = 5.30 \times 5.30 = 28.09 \text{ m}^2$$

Volumen a acumular

$$\text{Volumen del cisterna} = 28.09 \text{ m}^2 \times 1.80 \text{ m} = 50.562 \text{ m}^3$$

B. Resultado del bombeo de agua de lluvia almacenada.

Calculo del bombeo

$$D = K \times \sqrt[1.11]{Qb}$$

Ecuación (0.1)

Q_{maxd} = caudal máximo diario

N_h = número de horas

$$D = 11.11115599m \cong 11.66cm$$

Diámetro de la tubería 1/2" pulgada.

$$P_b = \frac{H_{DT} * Q_b * \gamma \gamma}{7755\eta} \quad \text{Ecuación (0.3)}$$

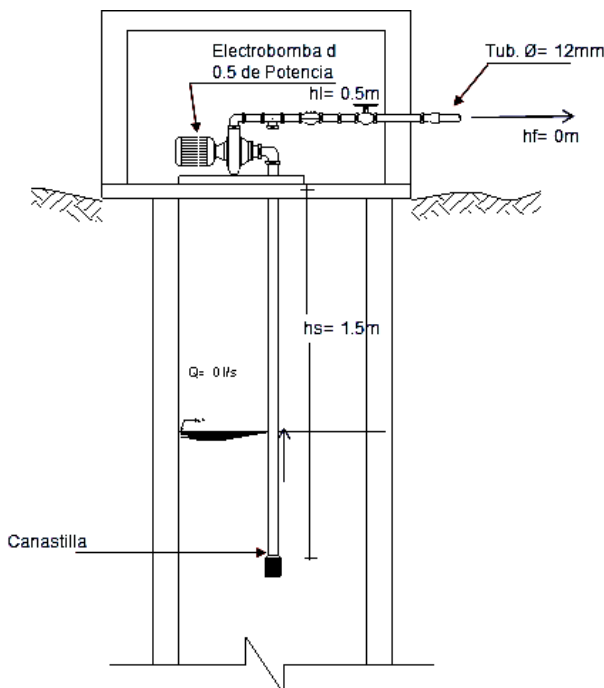
Reemplazando en ecuación 3

$$P_b = \frac{(11)(11.1111144444)(11111111)}{(7755)(11.1111)} = 11.1111 \text{ hp}$$

Se instalará una bomba de baja potencia de 0.5 Hp

Figura 13.

Diseño de línea de impulsión.



Nota. Elaboración propia Su potencia es de 0.35 Kw/h Consumo diario de energía
 $(11.0055k33/h)(11.55h)(1/11 \text{ hp}) = 11.1177$

C. Evaluación de la calidad de agua de lluvia

El 6 de agosto de 2015 finalizó el análisis del agua de lluvia recogida en el tejado de una vivienda de Molino. La accesibilidad del emplazamiento, las dificultades en la circulación y la validez general de las conclusiones fueron algunas de las variables técnicas y operativas que contribuyeron a la fecha.

La tabla siguiente ofrece un desglose completo de los límites permitidos por la norma de la OMS - Ministerio de Sanidad (1972) para las propiedades del agua de lluvia determinadas a partir del análisis físico-químico.

Tabla 36

Las características y análisis físico químico del agua de lluvia 2015.

CARACTERISTICAS	Unidad.	M-01	M-02	M-03	Método
		T=0 min Turbid o	T=15 min Semiturbi o	T=30 min Limpio	
Potencial de hidrogeno	pH	6.35	6.32	7.01	Potenciométrico
Solidos Totales Disueltos	mg/L	179.80	109.50	42.70	Conductimétrico
Dureza	mg/L	107.08	79.00	18.32	Volumet/EDTA
Alcalinidad	mg/L	86.62	39.53	25.62	Volumet/Heliantina
Cloruro	mg/L	23.96	24.12	23.97	Volumétrico
Sulfatos	mg/L	112.50	74.12	3.00	Colorimétrico
Calcio	mg/L	35.223.94	25.12	5.01	Volumet/Murexida
Magnesio	mg/L	3.94	2.92	1.41	Volumétrico
Turbidez	NTU	38	15	3	Colorimétrico



CONCLUSIONES

- 1) A partir de la valoración detallada de las viviendas rurales, se ha determinado que la cubierta de calamina galvanizada está presente en el 95% de las viviendas del Molino del Distrito de Cabanillas. Se ha constatado una superficie de más de 100m² de tejas de calamina galvanizada en cada morada familiar. Las medidas de cada cámara son de unos 8,00 m de largo por 5,00 m de ancho. Cada habitación tiene 40 m² de espacio. Con tres aposentos por cada hogar., se ha calculado una superficie total de unos 120 m² para cada muestra.
- 2) 50 litros por habitante y día es la demanda per cápita. Se necesita una cubierta de lamina de acero zincado de 25,29 m², a emplear en recoger 18,25 m³ de agua por persona y año para alimentar el líquido elemento.
- 3) En el lugar de captación, la precipitación anual es de 721,44 mm. Se recoge un litro de agua por cada diez centímetros cuadrados, y 721,44 litros de agua por cada 721,44 mm. Como resultado, cada individuo recibe 18,25 m³ del líquido elemento a lo largo del año de los 25,29 m² de superficie investigada.
- 4) La configuración de la captación ha revelado que la superficie de la sección transversal del canalón es de 86 cm², con una base de 0,08 m y una inclinación
- 5) 0,0006 m. El diámetro previsto de la tubería colectora es de 2' de clase 5. La capacidad prevista de la cisterna es de 73 m³; sin embargo, como el consumo de agua se produce de diciembre a marzo, se han restado 24,2 m³ del volumen total. Como resultado, se ha sugerido para el diseño una cisterna de



50,5 m³. Con un consumo de energía de 0.35 kw/h, tres veces al mes, 0.5 horas de bombeo y un impulsor de agua con capacidad de 0.5 caballos de potencia, el costo anual de bombeo asciende a 32.4 nuevos soles.



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tener en cuenta la capacitación de los elementos con la finalidad de obtener resultados favorables en la recolección de líquido pluvial para consumo humano en las superficies inclinadas de las residencias rurales. Esto permitirá que la población cuente con los conocimientos fundamentales que propicien la longevidad de los bienes naturales de la zona investigada, priorizando la preservación de los recursos acuáticos.
2. Para abordar la cuestión de la carencia acuática desencadenada por la mutación climática provocado por el calentamiento global, la universidad debería apoyar un estudio más exhaustivo sobre el tema de la recogida de agua pluvial consignada al consumo humano en los techos de las moradas rurales.
3. Se propone este documento como piedra angular para la creación de una recopilación sobre sistemas de captación de agua pluvial, dado que, a pesar de los componentes relativamente básicos del sistema, se ha realizado un amplio trabajo sobre diseños que garanticen un agua de alta calidad.

**BIBLIOGRAFÍA**

- ANAYA M., (2009) Sistemas de acumulación de agua pluvial para uso residencial. En América Latina y el Caribe, Manual Técnico.
- BAEZ A.- BELMONT R., GARCIA R., PADILLA H., TORRES, M.C., (2007) Qualitative and quantitative assessment of hydrometeor constituents gathered at a southwestern location of Mexico City, Mexico, Atmospheric Research 86(1):61-75
- CIDECALLI – CP, (2007) Sistema de acumulación de agua pluvial para uso y consumo humano dentro del núcleo familiar.
- CRITCHLEY, W y SIEGERT, K. (1991) "Wtwrharvesting". Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
- DAVIS M., (2005) Ingeniería y ciencias ambientales. Mc Graw Hill.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), (2000) Manual para la recolección y utilización de agua de lluvia.. Serie: Zonas Áridas y Semiáridas Nº 13. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- GUTIÉRREZ, J. (2003) "Reaprovechamiento de agua y nutrientes: Un enfoque bio-ecológico y de crecimiento sostenible, cuba.
- HERRERA L., (2010) Evaluación de estrategias para la explotación ecológica de la lluvia
- LAMBE, T. y WHITMAN, R. (1990) "Sewage purification and phyto-irrigation practices" FAO. Irrigation y drenaje.
- LLOSA, J., PAJARES, E. y TORO, O. (2009) "Alteración climática, escasez hídrica y resiliencia en los Andes". Reflexión, denuncia y propuesta desde los Andes. Lima desco: Red Ambiental Peruana.



- SAGAR K. (2002) Aquisition and Characterization of Atmospheric Moisture: A Comprehensive Survey. Environmental Pollution 120 (3): 565-594. Salud. Perú.
- TEBBUT, T. (1990) "Fundamentos esenciales para la evaluación de la calidad del agua" Editorial Limusa, Noriega – Mexico.
- MIGLIO, R., (2009) Abastecimiento de agua en el medio rural.
- UNATSABAR (Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural), (2001) Guía de diseño para captación del agua de lluvia.
- UNATSABAR, (2001) Guía de diseño para la captación y manejo de agua pluvial, Perú.
- UNATSABAR, (2003) Acumulación de agua pluvial para consumo humano: parámetros de diseño, Perú.
- VELÁZQUEZ G., (2012) Sistemas de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la CD. De México.



ANEXOS



Anexo 1: Matriz de consistencia

Título: EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
<p>GENERAL:</p> <p>¿Cómo podría afectar un modelo de gestión y unas circunstancias adecuadas a la instalación de una red de agua para usos residenciales que se abastezca por medio de la recogida de agua pluvial en una región con precipitaciones considerables?</p>	<p>GENERAL:</p> <p>Proporcionar un modelo de gestión y las circunstancias necesarias que permitan la implantación de una red de agua doméstica abastecida por la recogida de aguas pluviales en una región que recibe muchas precipitaciones</p>	<p>GENERAL:</p> <p>Las familias rurales del Molino - Cabanillas tienen garantizada una gestión del agua de calidad para uso doméstico a través de la evaluación y construcción de sistemas de aguas pluviales.</p>	<p>VI:</p> <p>Disponibilidad hídrica</p>	<p>✓ Precipitación promedio anual.</p>	<p>✓ Volumen de agua acumulado por mm de precipitación.</p>	<p>✓ Revisión de registros pluviométricos históricos y modelos matemáticos para calcular captación.</p>
<p>ESPECIFICO:</p> <p>¿Cómo podrían utilizarse los datos</p>	<p>ESPECIFICO:</p> <p>Utilizar datos pluviométricos para</p>	<p>ESPECIFICO:</p> <p>La evaluación de las coberturas de captación y uso</p>				



<p>pluviométricos del distrito de Cabanillas para ilustrar la disponibilidad de agua?</p>	<p>ilustrar el suministro de agua en la zona de Cabanillas.</p>	<p>de agua de lluvia en las viviendas rurales garantiza un abastecimiento de agua suficiente y sin riesgos para la salubridad de las personas de la región de investigación Molino - Cabanillas.</p>	<p>✓ Estacionalidad de las lluvias.</p>	<p>✓ Periodicidad y duración de las lluvias.</p>	<p>✓ Análisis estadístico de datos meteorológicos de los últimos años.</p>
<p>¿Cómo puede demostrarse la viabilidad financiera de la instalación de sistemas de recogida de agua pluvial?</p>	<p>Demostrar que la instalación de sistemas de recogida de agua pluvial es económicamente viable.</p>	<p>En Molino - Cabanillas, las viviendas rurales cuentan con una opción de suministro de agua para uso residencial a través de la construcción de un sistema de captación, almacenamiento y distribución de agua pluvial.</p>	<p>✓ Modelo de gestión</p>	<p>✓ Eficiencia en la captación, almacenamiento y distribución de agua.</p>	<p>✓ Encuestas a familias rurales, entrevistas a expertos en gestión de recursos hídricos.</p>
<p>¿Cómo se puede mostrar una adaptación de la legislación existente para implantar y regular el empleo del agua pluvial como fuente de suministro de agua para los edificios?</p>	<p>Evaluar un plan de modificación de la legislación vigente para controlar e implantar el uso del agua pluvial como fuente de suministro de agua de los edificios.</p>	<p>VD: Gestión del agua</p>	<p>✓ Modelo de gestión</p>	<p>✓ Eficiencia en la captación, almacenamiento y distribución de agua.</p>	<p>✓ Encuestas a familias rurales, entrevistas a expertos en gestión de recursos hídricos.</p>

Anexo 2: Ficha técnica

FICHA TÉCNICA

ENCUESTA DE CONSUMO DE AGUA EN LITROS/PERSONA/DÍA DISTRITO DE CABANILLAS - 2024

A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD

Ubicación: _____
 Persona entrevistado (s): _____
 Fecha de Entrevista: ____/____/____ Hora _____
 Departamento: Puno Provincia: _____
 Obacuito Distrito: _____
 Cabanillas Dirección Molino

Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre () Madre ()
 Otro _____

B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA

- 1.- Uso: Sólo vivienda vivienda y otra actividad productiva asociada
- 2.- Tiempo que viven en la casa: ____ año(s) _____ Meses
- 3.- Tenencia de la vivienda
 Propia ¿Cuánto vale su vivienda? _____
 Alquilada ¿Cuánto paga al mes? \$/. _____
- 4.- Material predominate en la casa
 Adobe Material noble Otro _____
- 5.- Material predominate en los techos
 Calamina Galvanizada Si No Otros: _____
 Número de habitaciones _____
- 6.- Posee energía eléctrica si No ¿Cuánto paga al mes? \$/. _____
- 7.- Pozo séptico/Latrín/Otro si No _____
- 8.- Apreciaciones del Entrevistador
 - a. La vivienda pertenece al nivel económico:
 Alto Medio Bajo
 - b. La zona en que está ubicada la vivienda pertenece al nivel económico:
 Alto Medio Bajo

C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA

- 9.- ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? _____
- 10.- ¿Cuántas familias viven en la vivienda? _____

D. INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POR LITROS/PERSONA/DÍA EN LA VIVIENDA

11. ¿Cuánto de agua utiliza para la bebida diaria por persona? _____
12. ¿Cuánto de agua utiliza para el aseo (lavado de ropa otros usos)? _____
13. ¿Cuánto de agua utiliza para la higiene? _____
14. ¿Cuánto de agua utiliza para la preparación de alimentos? _____
15. ¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia? si no
16. ¿Cuántos litros cabe en el depósito donde almacena agua en su casa? _____ Litros

Recipientes	Cantidad	Capacidad del recipiente (litros)	Total en litros

17. La calidad del agua es:
 Buena Mala Regular
18. ¿Está usted satisfecho con el agua de pozo? ¿Cómo lo calificaría?



FICHA TECNICA

ENCUESTA DE CONSUMO DE AGUA EN LITROS/PERSONA/DIA DISTRITO DE CABANILLAS - 2024

A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD

Encustador: _____

Persona encuestado (a): _____

Fecha de Entrevista: ____/____/____ Hora _____

Departamento: Puno Provincia: _____

Chucuito Distrito: _____

Cabanillas Dirección: Molino

Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre () Madre ()

otro _____

B. INFORMACION SOBRE LA VIVIENDA

- 1.- Uso: Sólo vivienda () Vivienda y otra actividad productiva asociada ()
- 2.- Tiempo que viven en la casa año(s)..... Meses
- 3.- Tenencia de la vivienda
Propia () ¿Cuánto vale su Vivienda?
- Alquilada () ¿Cuánto paga al mes? S/.
- 4.- Material predominante en la casa
Adobe () Material noble () Otro
- 5.- Material predominante de los techos
Calamina Galvanizada Si () No () Otros _____
- Número de habitaciones _____
- 6.- Posee energía eléctrica si () No () ¿Cuánto paga al mes? S/.
- 7.- Pozo séptico/Letrina/Otro si () No () _____
- 8.- Apreciaciones del Entrevistador
 - a. La vivienda pertenece al nivel económico:
Alto() Medio() Bajo()
 - b. La zona en que está ubicada la vivienda pertenece al nivel económico:
Alto() Medio() Bajo()

C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA

- 9.- ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? _____
- 10.- ¿Cuántas familias viven en la vivienda? _____

D. INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POR LITROS/PERSONA/DIA EN LA VIVIENDA

11. ¿Cuánto de agua utiliza para la bebida diaria por persona? _____
12. ¿Cuánto de agua utiliza para el saneamiento?(lavado de ropa otros usos) _____
13. ¿Cuánto de agua utiliza para la higiene? _____
14. ¿Cuánto de agua utiliza para la preparación de alimentos? _____
15. ¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia? si () no ()
16. ¿Cuántos litros cabe en el depósito donde almacena agua en su casa? _____ Litros

Recipientes	Cantidad	Capacidad del recipiente (litros)	Total en litros

17. La calidad del agua es:
Buena () Mala () Regular ()
18. ¿Está usted satisfecho con el agua de pozo? ¿Cómo lo calificaría?



Buena Mala Regular

20.- ¿El agua antes de ser consumida le da

algún tratamiento? Ninguno

Hierva Lejía Otro _____

21.- El agua de pozo la usa para:

a. Beber b. Preparar alimentos c. Lavar ropa d. Higiene personal

e. Limpieza de la vivienda f. Regar la chacra g. Otros

21.- ¿Se abastece de otra fuente? si no Si es no, pasar a la

siguiente pregunta. 22.- Si es si, ¿Cuál es la otra fuente?

a. Ventana b. Arroyo c. Otro (especificar) _____

21.- ¿Cuál es la distancia de la vivienda hasta la fuente de abastecimiento? _____ metros y

¿Qué tiempo se demora en ir y venir? _____ minutos.

24.- ¿Cuántas veces al día va a traer agua desde el pozo? _____

II. INFORMACION SOBRE EL SANEAMIENTO

24.- ¿Usted dispone de una letrina?

Si no

25.- ¿Todos los que habitan la vivienda usan la letrina?

Si

no 26.- Si es no, ¿Por qué?

Está demasiado lejos

No tiene costumbres

Tiene mal olor

Está en mal estado

Se muestra sucia

Otro _____

27.- ¿Considera usted que su letrina está en mal estado?

Si no

III. INFORMACIÓN GENERAL Y OTROS SERVICIOS DE LA VIVIENDA.

28.- ¿Tasa usted que el agua que consume puede causar enfermedades?

Si ¿Por qué? _____

No ¿Por qué? _____

IV. CONCIENCIA AMBIENTAL

29.- ¿Cree usted que el agua

excesará algún día? Si

No No sabe

30.- Cuando una persona arroja basura:

Se contamina _____

No se contamina _____

No sabe/ No opina _____ 31.- ¿Qué es el agua?

La fuente de vida

Sin el agua no se puede vivir

Me sirve para cocinar, lavar etc.

Es solo agua

No sabe

Otro



Anexo 3: Validación de instrumento

VALIDACION DE INSTRUMENTO

FICHA DE EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	ERIK RODRIGO QUISPE LLANOS
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99 %
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					97 %
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					99 %
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98 %
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					95 %
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					96 %
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					95 %
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					95 %
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					95 %

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación.....
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación.....

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

96.55%


 Erik Rodrigo Quispe Llanos
 ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
 CIP N° 346089



VALIDACION DE INSTRUMENTO

FICHA DE EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	ERIKA YESABELLA USCAMAYTA PARICELA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
10. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					97 %
11. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					97 %
12. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					99 %
13. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98 %
14. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					95 %
15. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					96 %
16. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					99 %
17. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					95 %
18. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					95 %

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación.....
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación.....

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

96.77%



Yesella
 Erika Usamayta Paricela
 INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
 Reg. C. n. 269742

VALIDACION DE INSTRUMENTO

FICHA DE EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, PARA OPTIMIZAR EL USO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CABANILLAS
OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	MARYESTEFANY FELY HEREDIA PANCA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	MIGUEL ANGEL GOMEZ FLORES

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
19. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					98 %
20. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					98%
21. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					99%
22. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%
23. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					95%
24. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
25. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					99%
26. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					95%
27. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					95%

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación.....
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación.....

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

96.55%



Maryestefany Fely Heredia Panca
ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
CIP: N° 345583



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 20/12/24

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Miguel Angel Gomez Flores
 Dirección: Urb. Rimacocha, Etapa I, Jr. Pizaro 622
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 77486711
 Teléfono: 959560734 email: gomezfloresmiguel1@gmail.com
 Nombres y Apellidos: _____
 Dirección: _____
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
 Teléfono: _____ email: _____
 Facultad y/o Escuela de Posgrado: Ingenierías y ciencias puras
 Escuela Profesional o Mención: Ingeniería sanitaria y ambiental
 Título o Grado Académico a optar: Ingeniero sanitario y ambiental
 Asesor: Mgtr. Salvador Teodoro Valdovinos Cardenas
 Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
 Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico
 Título: Evaluación del aprovechamiento de captación de agua de lluvia, para optimizar el uso de agua potable en el distrito de Cabanillas
 Palabras claves, (3 a 5 términos): Agua de lluvia, recursos hídricos y demanda de agua
 ¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?
2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.
² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
- Título
- 2da Especialidad
- Maestría
- Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: Saneamiento ambiental - P22



23/12/24

Firma de Autor

huella digital

Fecha