

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES



Elaboración e Implementación del Sistema de Gestión de
Desastres en Sistemas de Agua para comunidades rurales
dispersas en la región San Martín ante el contexto de cambio
climático

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORA

Leydi Lili Vasquez Diaz

ASESORA

María Eugenia del Carmen Viloría Ortín

Rioja, Perú

2024

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (obligatorio)	

Datos del Jurado

Datos del presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma (Normal ISO 639-3)	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL

ACTA N° 021-2024-UCSS/FCAA-JD

Siendo las 10:30 horas del lunes 28 de octubre de 2024, a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Trabajo de Suficiencia Profesional, integrado por:

- | | |
|---|-------------------|
| 1. María del Carmen Villegas Montoya | Jurado Presidente |
| 2. María Yovani Medina Pérez | Jurado Miembro |
| 3. María Eugenia del Carmen Viloría Ortín | Asesor |

se reunieron para la sustentación virtual del trabajo de suficiencia profesional titulado 'Elaboración e Implementación del Sistema de Gestión de Desastres en Sistemas de Agua para comunidades rurales dispersas en la región San Martín ante el contexto de cambio climático' que presenta la Bachiller en Ciencias Ambientales Leydi Lili Vasquez Diaz, cumpliendo así con los requerimientos de presentación y sustentación de un trabajo de suficiencia profesional original, para obtener el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado lo declara:

Aprobado

En mérito al resultado obtenido, se eleva la presente acta al decanato de Ciencias Agrarias y Ambientales, a fin de que se declare EXPEDITA, para conferirle el título profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Lima, lunes 28 de octubre de 2024

María del Carmen Villegas Montoya

Jurado Presidente

María Yovani Medina Pérez

Jurado Miembro

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Lima, 21 de octubre de 2024

Señor,
José Victor Ruíz Ccance
Jefe del Departamento Académico
Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales UCSS

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que el trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título: 'Elaboración e Implementación del Sistema de Gestión de Desastres en Sistemas de Agua para comunidades rurales dispersas en la región San Martín ante el contexto de cambio climático', presentado por Leydi Lili Vasquez Diaz, (código de estudiante 2016101329, y DNI 74975382) para optar el título profesional de INGENIERO AMBIENTAL, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y CONSIDERO que el mismo se encuentra APTO para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se la ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 0 %**. Por tanto, en mi condición de asesora, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



María Eugenia del Carmen Viloría Ortín

DNI N° 48790612

ORCID N° <https://orcid.org/0000-0002-4138-638X>

Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	2
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE ANEXOS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
TRAYECTORIA DEL AUTOR	11
a. Descripción de la empresa donde labora	11
b. Organigrama de la empresa	11
c. Área donde se desempeña y funciones inherentes al cargo que ocupa	12
d. Experiencia profesional realizada en la empresa.....	12
I. EL PROBLEMA	13
1.1 Planteamiento del problema	13
1.1.1 Problema principal.....	14
1.1.2 Problemas secundarios	14
1.2 Objetivos.....	15
1.2.1 Objetivo General.....	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 Justificación	15
1.4 Alcances y limitaciones	16
1.4.1 Alcances	16
1.4.2 Limitaciones	16
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1 Antecedentes.....	18
2.2 Definición de términos básicos.....	19
III. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	21
3.1 Metodología de la solución.....	21
3.1.1. Contexto de los sistemas de abastecimiento de agua segura beneficiados por Pukuni y CDC.....	21

3.1.2. Participación de Pukuni en proyectos de SABAVIDA	24
3.1.2. Metodología de solución	27
3.2 Desarrollo de la solución	29
3.2.1 Fase 1. Preparación.....	29
3.2.2 Fase 2. Pre implementación.....	32
3.2.3 Fase 3. Diseño y construcción de pilotos demostrativos	37
3.2.4 Fase 4. Socialización y participación en la elaboración de guías.....	42
3.3 Factibilidad técnica-operativa.....	50
IV. ANÁLISIS CRÍTICO.....	51
4.1 Cuadro de inversión.....	51
4.2 Análisis de costos – beneficio	53
4.2.1 Costos asociados al proyecto	53
4.2.2 Beneficios obtenidos del proyecto.....	53
V. APORTES MÁS SIGNIFICATIVOS	58
VI. CONCLUSIONES	60
VII. RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS	62
ANEXOS	66

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama de la empresa Pukuni	11
Figura 2. Ubicación de los sistemas unifamiliares de abastecimiento de agua respecto al centro poblado más cercano	23
Figura 3. Estimación del riesgo de desastre	27
Figura 4. Medidas de Gestión de Desastre	28
Figura 5. Esquema de las fases del proyecto y productos obtenidos.....	29
Figura 6. Guías de gestión de riesgo de desastres para agua y saneamiento rural en contexto de cambio climático	30
Figura 7. Reunión con representantes de municipalidades distritales con alta tasa de comunidades rurales dispersas	30
Figura 8. Área de manejo agrícola y ganadero en asociación con bosques pertenecientes a una familia rural dispersa en Palestina.....	33
Figura 9. Manejo sostenible de áreas pertenecientes a una familia rural dispersa en Soritor	34
Figura 10. Condición de vulnerabilidad del puquio ante desastres naturales.....	35
Figura 11. Alteración de la calidad de agua que ingresa a la bomba de ariete.....	35
Figura 12. Condiciones de vulnerabilidad de las pozas de captación y línea de conducción	36
Figura 13. Condiciones de vulnerabilidad de la línea de conducción ante máximas crecientes.....	36
Figura 14. Dimensionamiento de componentes de protección para el sistema de bomba de ariete	39
Figura 15. Esquema de estructuras de protección para el sistema de captación de ladera .	39
Figura 16. Procesos constructivos para la protección del sistema de bomba de ariete	40
Figura 17. Protección de la captación y reforestación para el sistema de bomba de ariete	41
Figura 18. Implementación de estructuras de protección del sistema de captación de ladera.....	42
Figura 19. Elaboración de mapas parlantes del nivel de riesgo por peligros hidroclimáticos	43
Figura 20. Capacitación sobre el proceso de cloración a las familias rurales dispersas.....	44

Figura 21. Señalética en los sistemas de agua sobre peligros hidro climáticos.....	45
Figura 22. Guías para la gestión del riesgo de desastres en sistemas de agua y saneamiento en un contexto de cambio climático para la Amazonía rural y dispersa	46
Figura 23. Brochure de la pasantía	48
Figura 24. Actividades desarrolladas durante las pasantías	49
Figura 25. Nivel de satisfacción respecto al contenido de la pasantía	56
Figura 26. Nivel de satisfacción respecto al manejo técnico y didáctico adecuado por los expositores	57
Figura 27. Nivel de satisfacción respecto a la presentación de aplicativos informáticos...	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Componentes de los sistemas unifamiliares de abastecimiento de agua de acuerdo a la familia beneficiada	24
Tabla 2. Actividades y productos a obtener mediante la consultoría otorgada a Pukuni ...	25
Tabla 3. Porcentaje de ocurrencias de peligros hidro climáticos y sus consecuencias	31
Tabla 4. Limitaciones en el proceso de transferencia de información de las autoridades hacia la población	31
Tabla 5. Identificación de la fuente que genera los principales riesgos hidro climáticos ..	32
Tabla 6. Medidas preventivas y correctivas antes riesgos hidro climáticos en sistemas de agua	37
Tabla 7. Presupuesto para la implementación de medidas de reducción de riesgo de desastres en el sistema de bomba de ariete.....	51
Tabla 8. Presupuesto para la implementación de medidas de reducción de riesgo de desastres en el sistema de captación de ladera	52
Tabla 9. Propuestas tecnológicas y medidas para la protección de sistemas de agua en comunidades rurales dispersas	54
Tabla 10. Listado de instituciones participantes en las pasantías y lugar de procedencia .	55

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Convenio Marco de PUKUNI en los proyectos de CDC.....	66
Anexo 2. Esquema del sistema de bomba de ariete.....	67
Anexo 3. Esquema del sistema de captación de ladera	68
Anexo 4. Contrato de locación de servicios para la consultoría solicitada por SABAVIDA	69
Anexo 5. Programación de actividades realizadas por Pukuni.....	70
Anexo 6. Participación en la organización de la pasantía	71
Anexo 7. Intensidad y efectos de los principales riesgos hidro climáticos en las provincias de la región San Martín	72
Anexo 8. Validación de la implementación de medidas de reducción de riesgo de desastres en los sistemas de agua.....	74
Anexo 9. Análisis estadístico de las encuestas realizadas a los participantes de las pasantías	75

RESUMEN

Este trabajo de suficiencia profesional tuvo como objetivo mostrar la implementación del Sistema de Gestión de Desastres en sistemas de abastecimiento de agua para comunidades rurales dispersas en la región San Martín, ante el contexto de cambio climático, considerando la metodología de la gestión del riesgo en sistemas de agua y saneamiento ante amenazas naturales, así como la evaluación del riesgo de desastres ocasionados por peligros de origen natural en los servicios de agua y saneamiento. Los logros obtenidos muestran que el evento extremo de mayor recurrencia que afecta a los sistemas de abastecimiento de agua es la inundación que genera interrupciones a corto y mediano plazo del servicio. Para tal fin se diseñaron e instalaron pilotos demostrativos que implementan medidas preventivas y correctivas ante inundaciones y eventos conexos para conservar la calidad y cantidad de agua que proveen estos sistemas unifamiliares; finalmente se realizaron acciones de socialización en las familias y con representantes institucionales para establecer alianzas estratégicas y difundir las experiencias obtenidas sobre las medidas implementadas. En conclusión, la inversión en infraestructura de prevención ante eventos hidro climáticos y la colaboración interinstitucional permiten desarrollar aptitudes en la preparación y capacidad de respuesta ante desastres.

Palabras clave: Cambio climático, riesgo de desastres, población rural dispersa, riesgo hidro climático, sistemas de abastecimiento de agua.

ABSTRACT

The objective of this professional sufficiency work was to show the implementation of the Disaster Management System in water supply systems for dispersed rural communities in the San Martín region, in the context of climate change, considering the methodology of risk management in water and sanitation systems in the face of natural hazards, as well as the evaluation of the risk of disasters caused by natural hazards in water and sanitation services. The achievements obtained show that the most recurrent extreme event affecting water supply systems is flooding, which causes short- and medium-term service interruptions. To this end, demonstration pilots were designed and installed to implement preventive and corrective measures for floods and related events to conserve the quality and quantity of water provided by these single-family systems; finally, socialization actions were carried out with families and institutional representatives to establish strategic alliances and disseminate the experiences obtained on the measures implemented. In conclusion, investment in infrastructure to prevent hydro-climatic events and inter-institutional collaboration allow for the development of skills in disaster preparedness and response capacity.

Keywords: climate change, disaster risk, dispersed rural population, hydro-climate risk, water supply systems.

INTRODUCCIÓN

Las familias que viven en zonas rurales experimentarán los impactos del cambio climático en los sistemas de abastecimiento de agua (Luh *et al.*, 2017). Los eventos hidro climáticos como lluvias intensas, días extremadamente calurosos, inundaciones, entre otros afectan o destruyen la infraestructura de suministro de agua, reduciendo su disponibilidad y disminuyen la calidad del agua utilizada para el consumo humano.

Actualmente, en los sistemas de abastecimiento de agua segura que cuentan las familias de comunidades rurales dispersas presentan alta vulnerabilidad ante eventos extremos de origen hidro climático, lo que conllevan a incrementar la fragilidad y la brecha de acceso a agua de calidad.

Este trabajo se ha orientado a elaborar e implementar propuestas técnicas orientadas a la Gestión de Desastres en sistemas de abastecimiento de agua para comunidades rurales dispersas en la región San Martín, ante el contexto de cambio climático, que busca incorporar acciones a partir de los conocimientos que tienen las familias y los representantes de los gobiernos locales sobre las condiciones de riesgo ante el cambio climático, luego diseñar e implementar estrategias de protección en sistemas de agua unifamiliares y finalmente socializar los conocimientos y experiencias logradas hacia los tomadores de decisiones (representantes de instituciones pública y privadas).

Adecuar la infraestructura de abastecimiento de agua segura de las familias pertenecientes a comunidades rurales dispersas de la región San Martín, fortalece la seguridad hídrica que es fundamental para el desarrollo rural sostenible, al reducir la pobreza, mejorar la seguridad alimentaria y la resiliencia ante el cambio climático.

TRAYECTORIA DEL AUTOR

a. Descripción de la empresa donde labora

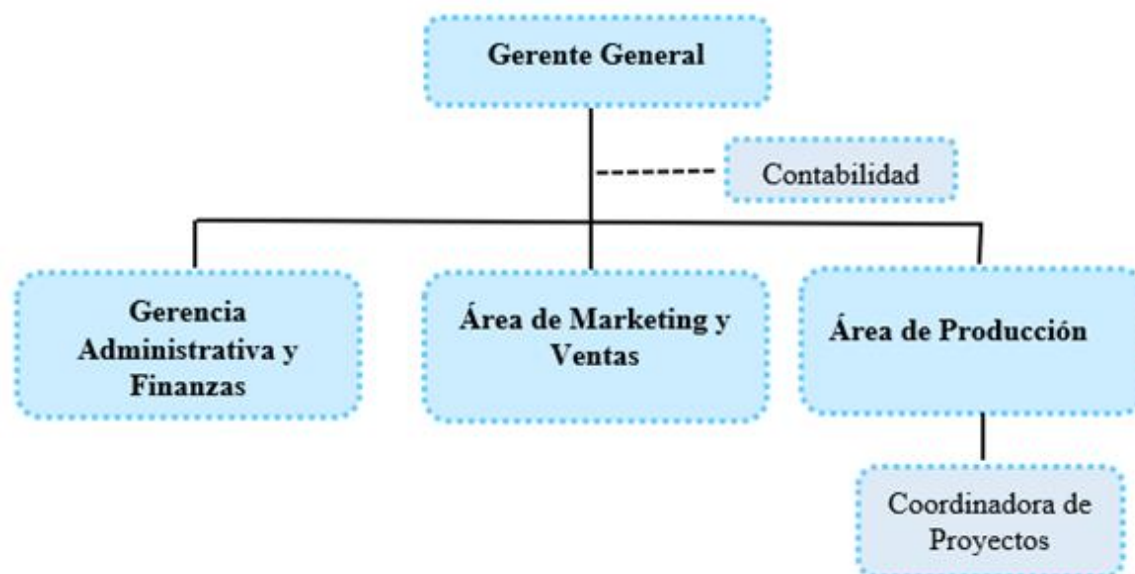
Pukuni es una empresa dedicada a ofrecer el servicio de acceso a agua de calidad para poblaciones rurales vulnerables, mediante el diseño, instalación y monitoreo de sistemas de agua de bajo costo y sencilla operación, para comunidades rurales dispersas que garantice su bienestar y contribuya a la conservación del medio ambiente. Mediante esta cultura innovadora, orientada a la sostenibilidad del recurso hídrico, establece alianzas para la elaboración y construcción de proyectos de abastecimiento y saneamiento con entidades públicas y privadas que comparten los mismos intereses.

b. Organigrama de la empresa

La estructura organizacional de la empresa se sustenta en la característica de ser un emprendimiento social, que busca posicionarse en el mercado nacional; por ello presenta un organigrama que se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Organigrama de la empresa Pukuni



Nota. Elaboración propia adaptado del organigrama de la empresa Pukuni.

c. Área donde se desempeña y funciones inherentes al cargo que ocupa

Mi participación en la empresa Pukuni, actualmente, se enfoca en la propuesta e implementación de mecanismos de mitigación en la gestión de riesgos y la adaptación al cambio climático de la infraestructura de agua potable, mediante acciones adaptativas para incrementar la resiliencia de las familias pertenecientes a los distritos de Nueva Cajamarca, Soritor, Moyobamba, Chazuta, entre otros. Además, participé en el proceso de selección y evaluación de tecnologías integrales diseñadas para brindar acceso a agua segura en comunidades rurales dispersas de la Amazonía, principalmente en la región San Martín, mediante monitoreos constantes a partir de criterios de satisfacción de las familias beneficiarias.

d. Experiencia profesional realizada en la empresa

Mediante el apoyo constante a las diversas áreas de la empresa, he desarrollado capacidades y habilidades en:

- Brindar asistencia especializada para la formulación e implementación de proyectos de abastecimiento de agua y seguridad de infraestructura hídrica.
- Identificación y acompañamiento de familias vulnerables pertenecientes a comunidades rurales dispersas y en el acceso a financiamiento internacional para el abastecimiento de agua.
- Participación activa en la implementación de tecnologías que favorecen el acceso a sistemas innovadores para proporcionar agua segura a las familias de áreas rurales.
- Monitoreo en la operación de sistemas de agua como bomba de ariete, captación de ladera, y de aguas pluviales, que permitieron el acceso de agua segura en cada vivienda beneficiaria.

I. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El acceso al agua de calidad en las zonas rurales es un desafío significativo que afecta a millones de personas en todo el mundo. Además, se debe considerar que su asequibilidad, en Latinoamérica es desigual, afectando la calidad de vida de los pobladores (De la Peña y Álvarez, 2018). La prestación de servicios de saneamiento, como abastecimiento de agua potable, constituye un indicador de crecimiento económico a nivel país y de reducción de la pobreza; sin embargo, en el Perú sólo acceden el 76 % en zonas rurales, debido a la inequidad del servicio e incapacidad de las autoridades para adoptar y ejecutar medidas eficientes que permitan incrementar la infraestructura (Alvarado y Marrache, 2020).

La falta de implementación de sistemas de saneamiento en comunidades rurales dispersas puede ser debido a diversos factores, como la ubicación en lugares de difícil acceso y el elevado costo para conectarse con las redes de las ciudades cercanas; por ello genera una brecha de oportunidades de género, siendo las mujeres, quienes acarrear el agua hacia las viviendas e incremento de enfermedades gastrointestinales (Álvarez, 2019). En consecuencia, el 97 % de hogares no acceden a calidad de agua en el Perú rural (Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social [Midis], 2020).

Los efectos del cambio climático en la Amazonía, como el incremento de inundaciones, sequías hidrológicas, incendios forestales, etc., impactan sobre la biodiversidad y procesos ecológicos, así como a las poblaciones humanas y actividades que realizan (Fundación Manuel J. Bustamante De La Fuente, 2010). Dentro de los servicios provisto para las comunidades rurales, se encuentra el correspondiente al abastecimiento de agua, debido a que las precipitaciones intensas de corta duración incrementan el caudal de los diversos cursos de agua produciendo deslizamientos que afectan la infraestructura y afectando los sistemas de agua (Solís y Serebrisky, 2023); por ello, es necesario, establecer propuestas que permitan garantizar la provisión de este servicio incorporando la Gestión de riesgo de

desastres en los planes de sostenibilidad para agua potable y agua segura en el ámbito rural amazónico.

Para reducir el déficit de cobertura de acceso a agua en zonas rurales, se busca establecer alianzas con diversos organismos internacionales que permitan implementar tecnologías que mejoren el acceso al agua segura, contribuyendo así al desarrollo y la calidad de vida en estas comunidades (Sturzenegger *et al.*, 2016). También se debe considerar medidas prácticas para la reducción prospectiva y correctiva del riesgo, considerando tanto la exposición como la fragilidad de los componentes físicos, así como la capacidad de respuesta de la familia, el prestador del servicio y las instituciones con responsabilidad al respecto. Ante este contexto surge la pregunta ¿el Sistema de Gestión de Desastres permitirá mitigar el riesgo en sistemas de agua de comunidades rurales dispersas ante el contexto de cambio climático, en la región San Martín?

1.1.1 Problema principal

Incremento del riesgo, en un contexto de cambio climático, para los sistemas de abastecimiento de agua en comunidades rurales dispersas de la región San Martín.

1.1.2 Problemas secundarios

- Desconocimiento de las condiciones actuales de los sistemas de agua segura en las comunidades rurales dispersas beneficiadas en la región San Martín, frente al riesgo hidro climático.
- Ausencia de medidas de reducción de riesgos hidro climáticos en sistemas de agua para las comunidades rurales dispersas beneficiadas en la región San Martín.
- Deficiencias en la transferencia de conocimientos y experiencias por parte de entidades financiadoras hacia las familias pertenecientes a comunidades rurales dispersas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Elaborar e implementar el Sistema de Gestión de Desastres en sistemas de abastecimiento de agua para comunidades rurales dispersas en la región San Martín, ante el contexto de cambio climático.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el estado actual de los sistemas de agua segura en las comunidades rurales dispersas beneficiadas en la región San Martín, frente al riesgo ante cambio climático.
- Diseñar e implementar pilotos demostrativos que incorporan medidas de reducción de riesgos hidro climáticos en sistemas de agua para las comunidades rurales dispersas beneficiadas en la región San Martín.
- Facilitar los procesos de transferencia de conocimientos y experiencias sobre el uso y mantenimiento de los pilotos demostrativos implementados en las comunidades rurales dispersas beneficiadas en la región San Martín.

1.3 Justificación

El presente trabajo permite contribuir a la resiliencia y sostenibilidad de los servicios de agua potable en el ámbito rural amazónico, a fin de incrementar la capacidad de respuesta, prevención, mitigación y recuperación de las comunidades y familias rurales dispersas frente a emergencias o desastres, así como garantizar la efectiva satisfacción de las necesidades de consumo de agua e higiene de la población involucrada.

La implementación de medidas de reducción en sistemas de agua segura unifamiliares fue mediante los pilotos demostrativos, la pasantía y la colaboración en las guías generadas para la Gestión de Desastres, financiados por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y SABAVIDA. Esta transferencia de conocimientos y experiencias

técnicas permite plantear estrategias para la mitigación de los impactos sobre la infraestructura de agua potable en la Amazonía ante eventos climáticos extremos y geológicos, así como para proteger las fuentes de abastecimiento. También participaron las familias beneficiadas por el convenio PUKUNI y CDC mediante el acceso a la implementación de sistemas de abastecimiento de agua segura, que generó una retroalimentación de los conocimientos y acciones que realizan las familias rurales ante un desastre hidro climático.

Estas propuestas técnicas han contribuido en la generación de guías para la evaluación de daños y análisis de necesidades en la región San Martín (provincia de rioja y Moyobamba), fortaleciendo la resiliencia de las comunidades y asegurando una recuperación sostenible; además, buscan fortalecer la capacidad institucional y fomentar la participación comunitaria para lograr una gestión efectiva del riesgo de desastres en la región.

1.4 Alcances y limitaciones

1.4.1 Alcances

- Interés por parte de las familias en participar activamente en la elaboración de planes y estrategias que permitan establecer sistemas de protección ante desastres hidro climáticos.
- Existencia de políticas de estado orientadas a la elaboración e implementación de acciones correctivas y de prevención ante desastres relacionado a los eventos producidos por el agua.

1.4.2 Limitaciones

- Ausencia de infraestructura de protección a los sistemas de abastecimiento de agua.
- Limitados conocimientos por parte de las familias en mecanismos de tratamiento del agua y adecuados hábitos de higiene.
- Desconocimiento de las comunidades sobre acciones a realizar frente a emergencia de desastres hidro climáticos.

- Incremento de la ocurrencia de inundaciones, deslizamientos e incendios forestales en las zonas donde se ubican los sistemas de agua.
- Aumento de la deforestación en las cabeceras de las fuentes de agua y de las cuencas.
- Poco interés por parte de las autoridades en la calidad de agua para consumo humano, acceso a agua segura no potable.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Manrique De Lara (2021) en su investigación “Determinación de los niveles y zonas de riesgos por inundación en el caserío Santa Rosa de Shapajilla” perteneciente al distrito de Luyando en Huánuco, tuvo como objetivos la estimación de niveles de peligro y vulnerabilidad de la población, para posteriormente, establecer los niveles de riesgo por eventos recurrentes de inundación. En su metodología consideró realizar mediciones topográficas y estimación de caudales máximos de la cuenca para la ponderación de niveles de intensidad del peligro, para la vulnerabilidad de la comunidad se evaluó la exposición, fragilidad y resiliencia que evidenciaron la relación existente con el ingreso familiar, tenencia de terrenos y el estado de las viviendas; por ello obtuvo un alto nivel de riesgo para el 60 % de lotes. Finalmente, consideró que para una adecuada identificación del riesgo debe realizarse con la metodología proporcionada por el CENEPRED en sus bases conceptuales, pero utilizar herramientas computacionales de simulación que permitan realizar cálculos y obtener propuestas que se incluyan en planes de gestión. Mediante, esta investigación se valida la participación de otras metodologías complementarias y la generación de herramientas “amigables” con la población para sensibilizar temas ambientales y acciones preventivas y manejo del riesgo por inundaciones.

Por otro lado, Miranda (2019) presentó la investigación “Incidencia del peligro y la vulnerabilidad, en la determinación del riesgo de los sistemas de agua potable y saneamiento caso: sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018” en la Universidad Nacional de Cajamarca, para estimar el nivel de peligro, vulnerabilidad y su relación obtenida en el riesgo orientado a los sistemas de agua potable y saneamiento para centros poblados. El cumplimiento de los objetivos se sustentó en el uso de matrices para el peligro y vulnerabilidad, luego realizó un análisis probabilístico de los niveles de riesgo en los sistemas de agua para su gestión y mitigación, desde un enfoque cualitativo. En sus resultados identificó que los componentes del sistema con mayor exposición al peligro fueron las líneas de conducción y los reservorios, en la vulnerabilidad por fragilidad evidenció agua de consumo con bajos niveles de calidad principalmente por

el deficiente mantenimiento del sistema, ausencia de acciones de prevención del riesgo por parte de las diversas autoridades, por ello obtuvo un nivel de riesgo alto del sistema de agua y alcantarillado. Esta investigación permitió identificar acciones a considerar en un plan de mitigación de riesgos como la protección de infraestructura y su acondicionamiento a las condiciones topográficas y climáticas; además, propuestas de temas para capacitar a las autoridades locales y población en general.

Además, Díaz (2018) realizó la investigación “Identificación de peligros y análisis de riesgo en el proyecto: creación del sistema de agua potable y saneamiento rural en el caserío El Sauce, distrito de Neshuya, provincia de Padre Abad – Ucayali - Perú, 2018”, sostenida en la directiva N.º 012-2017-OSCE/CD para la gestión de riesgos en la planificación de la ejecución de obras; para ello, analizó mediante un diagnóstico situacional las condiciones del sistema de agua en la localidad El Sauce, para identificar las condiciones de peligro y valoración del riesgo, para finalmente, realizar una propuesta técnica de contingencia durante la ejecución del proyecto de inversión pública. Los diversos riesgos evaluados frente a inundaciones, consideró la información proporcionada por el gobierno regional de Ucayali, que identificó con alta probabilidad de ocurrencia del evento para Neshuya, indicando que una moderada relación social establecida con la población sería primordial para la gestión de riesgos durante la ejecución de la obra; por lo tanto, se recomendó la participación activa de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS), verificar el adecuado funcionamiento del sistema en cada fase constructiva y fomentar capacitaciones relacionadas a educación sanitaria. Esta investigación proporcionó criterios sobre normativa peruana referente al manejo de riesgo en obras de abastecimiento de agua en zonas rurales y la asignación de responsabilidades en la ejecución de planes de contingencia ante eventos como inundaciones.

2.2 Definición de términos básicos

Agua segura. Agua adecuada para consumo humano, que permite satisfacer las necesidades básicas en cantidad y calidad, pero no represente un perjuicio a la salud (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2022).

Bomba de ariete. Es un dispositivo tecnológico que utiliza el fenómeno hidráulico del golpe de ariete, al generar una sobrepresión que incrementa la energía cinética y permite impulsar agua hacia un depósito de mayor altura (Calderón, 2021).

Cambio climático. Son las variaciones de patrones climáticos a nivel global, generado por causas naturales y antropogénicas, cuya persistencia en el tiempo es constante (Planton, 2013)

Riesgo de Desastres. Es la relación probabilística a la ocurrencia de un evento con consecuencias negativas; por lo tanto, es una combinación de la amenaza, exposición y vulnerabilidad (Organización de Naciones Unidas, 2009).

Población rural dispersa. Población menor a 250 familias, cuya distancia entre hogares es mayor a 150 m y la densidad poblacional es menor a 2 500 habitantes por km² (Smits, 2017).

Riesgo hidro climático. Ocurrencia de eventos climáticos e hidrológicos caracterizados por su elevada intensidad y baja frecuencia, que provoca afectaciones en el desarrollo económico y bienestar de las personas (Wang *et al.*, 2023)

Sistema de abastecimiento de agua. Es un sistema que permite el acceso a agua desde una fuente natural hasta el consumidor final, compuesto por infraestructura y tecnología para la conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución hacia los hogares (Barreto, 2020).

Zona rural. Aquel espacio geográfico, político y administrativo, ocupado con menos de 2 000 habitantes, cuya distribución puede ser concentrada o dispersa (De la Peña y Álvarez, 2018).

III. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

3.1 Metodología de la solución

3.1.1. Contexto de los sistemas de abastecimiento de agua segura beneficiados por Pukuni y CDC

La empresa Pukuni, en convenio con Compensación Digital de la Conservación (CDC) lograron obtener financiamiento de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) como se muestra en el Anexo 1, para el proyecto social de instalación y operación de 11 sistemas de abastecimiento de agua segura que ha beneficiado a 17 familias pertenecientes a poblaciones rurales dispersas de la región San Martín. Considerando que estos hogares no tienen el acceso de agua potable mediante la red pública y su ubicación geográfica limita la factibilidad futura de obtener el servicio por este medio; además, tomando en cuenta la disponibilidad y calidad del recurso hídrico de fuentes cercanas, se instalaron sistemas pequeños unifamiliares basados en tecnologías sencillas para cubrir los costos de mantenimiento y operación.

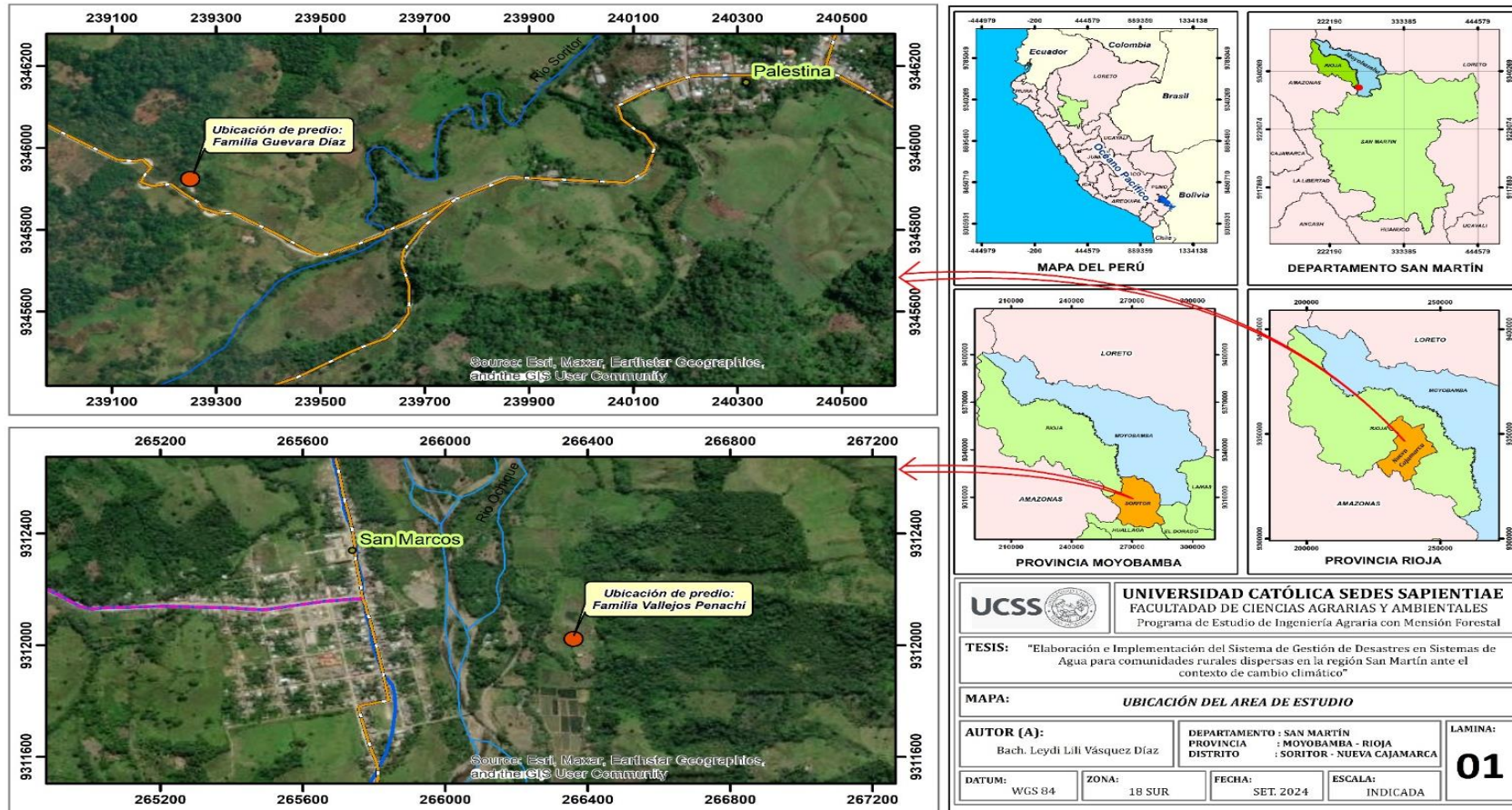
Cada sistema instalado de manera unifamiliar contaba con la delimitación con malla del perímetro de la fuente de agua, línea de aducción y conducción con tubería y/o manguera de polietileno de alta densidad, tecnología para la impulsión y tratamiento del agua (cámara filtrante, bomba de ariete y planta de tratamiento) de acuerdo a las condiciones de la fuente y terreno, reservorio, lavatorio y filtro de mesa.

De estas familias beneficiadas con el proyecto social para el acceso a agua segura, se han seleccionado a dos de ellas para la implementación de pilotos demostrativos que incorporan medidas de reducción de riesgos hidro climáticos, que se encuentran ubicados en la provincia de Rioja y Moyobamba (Figura 2). La familia Guevara Díaz constituida por siete integrantes y ubicada en el sector de Palestina, cuenta con el sistema de bomba de ariete que consta de una fuente de captación (puquio) que, mediante una línea de conducción se conecta con la bomba de ariete para impulsar el agua hacia la línea de aducción para el transporte al tanque

de almacenamiento y llegar a la vivienda (Anexo 2); para el caso de la familia Vallejos Penachí que tiene diez integrantes y pertenece al sector San Marcos, se instaló el sistema de captación por gravedad, donde en la cámara filtrante se realiza la obtención y pre filtrado de agua, para luego conectarse a la línea de conducción y trasportarla hacia la planta de tratamiento, para llegar al reservorio y finalmente, mediante la línea de aducción proveer de este recurso a la vivienda (Anexo 3), como se detalla en la Tabla 1.

Figura 2

Ubicación de los sistemas unifamiliares de abastecimiento de agua respecto al centro poblado más cercano



Nota. Elaborado a partir de información obtenida de Pukuni

Tabla 1

Componentes de los sistemas unifamiliares de abastecimiento de agua de acuerdo a la familia beneficiada

Indicador	Nombre de las familias	
Familias rurales dispersas	Familia 1: Guevara Díaz	Familia 2: Vallejos Penachí
Ubicación geográfica	Sector Palestina, distrito Nueva Cajamarca en la provincia de Rioja	Sector San Marcos, distrito Soritor en la provincia de Moyobamba.
Cantidad de integrantes por cada familia	7	10
Sistema instalado	Bomba de ariete	Captación por gravedad o de ladera
Componentes del sistema	Puquio o captación, línea de conducción, bomba de ariete, reservorio, línea de aducción, conexión domiciliaria.	Captación con cámara filtrante, línea de conducción (manguera de polietileno de alta densidad), planta de tratamiento (filtros), reservorio, línea de aducción (manguera de polietileno de alta densidad), conexión domiciliaria.

3.1.2. Participación de Pukuni en proyectos de SABAVIDA

La organización no gubernamental sin fines de lucro SABAVIDA, cuyo fin principal es contribuir a la reducción de la pobreza y mejorar la calidad de vida de las poblaciones vulnerables, a través de la resolución de los problemas derivados de la falta, calidad y uso adecuados de agua y saneamiento con enfoque integral y sostenible, logró obtener el

financiamiento de COSUDE para el proyecto piloto “Acciones estratégicas de agua, saneamiento y gestión de riesgos climáticos para poblaciones rurales y Amazonía rural dispersa” en la regiones de San Martín, Ucayali y Junín. Para lograr el cumplimiento de los objetivos estratégicos, realizó un contrato bajo la modalidad de consultoría con la empresa Pukuni (Anexo 4).

En el contrato se establecen las actividades que debe desarrollar Pukuni, como se muestra en la Tabla 2, que se consolida en productos como la elaboración del plan de trabajo con metodología de intervención, presentación de informes sobre avances y finalización de pilotos demostrativos y la participación en las pasantías.

Tabla 2

Actividades y productos a obtener mediante la consultoría otorgada a Pukuni

Actividades a realizar	Producto obtenido
<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración y socialización de Plan de trabajo, con cronograma y metodología de intervención. • Revisión de 03 Guías de Reducción de Riesgos de desastres en Agua y Saneamientos elaborados por COSUDE al contexto rural y rural disperso amazónico y a la problemática actual en gestión de riesgos hidro climáticos. • Desarrollo de entrevistas a alcaldes, JASS, Dirección Regional de Vivienda, INDECI San Martín, ODS SUNASS y otros, sobre los impactos (costos, daños y pérdidas) en sistemas de agua (lluvias y sequías extremas). 	<p>Producto 1: Plan de trabajo y metodología de intervención</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Priorización de familias para la instalación de dos pilotos demostrativos de medidas de reducción de riesgos (usando de referencia resultados de GOA). 	<p>Producto 2: Informe de avance de los pilotos</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar la instalación de los pilotos demostrativos, con la participación de familias y actores locales. 	<p>Producto 3: Informe final de la implementación de los pilotos</p>

-
- En coordinación con el equipo técnico de la iniciativa, llevar a cabo procesos de evaluación de calidad de pilotos demostrativos instalados.
 - Capacitar a las familias usuarias, socios y beneficiarios en la adecuada operación y mantenimiento de los dos pilotos demostrativos implementados.
 - Elaborar el informe de instalación de los dos pilotos demostrativos implementados, identificando lecciones aprendidas, recomendaciones, requerimientos, acciones y costos necesarios para su escalamiento a más familias en condición rural- rural dispersa.
 - Registro audiovisual de avances, levantamiento de testimonios para elaboración de videos.
 - Elaboración y socialización de materiales con buenas prácticas de uso y mantenimiento de dos pilotos demostrativos implementados.
 - Participar en el desarrollo de pasantías que apoye el uso de guías en coordinación con autoridades e instituciones con competencia.
 - Participar de reuniones de coordinación y presentación de resultados con especialistas de SABAVIDA y COSUDE.
 - Participar de reuniones de coordinación y presentación de resultados con especialistas de SABAVIDA, COSUDE y actores estratégicos

Producto 4: Participación
en el curso virtual

En este contexto, Pukuni realizó actividades basadas con el objetivo principal de diseñar e implementar dos pilotos demostrativos que incorporan medidas de reducción de riesgos hidro climáticos en sistemas de agua y saneamiento para población rural y rural dispersa de la Amazonia peruana, como se muestran en la Anexo 5.

3.1.2. Metodología de solución

El presente trabajo se enmarca en el desarrollo de la consultoría realizada por Pukuni para el cumplimiento de los objetivos y actividades propuestas, para lo cual se fundamentó en la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050 (2021), el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2022-2030 (2022) y la Guía para la Evaluación del Riesgo de Desastres ocasionados por peligros de origen natural en los servicios de agua y saneamiento (2023).

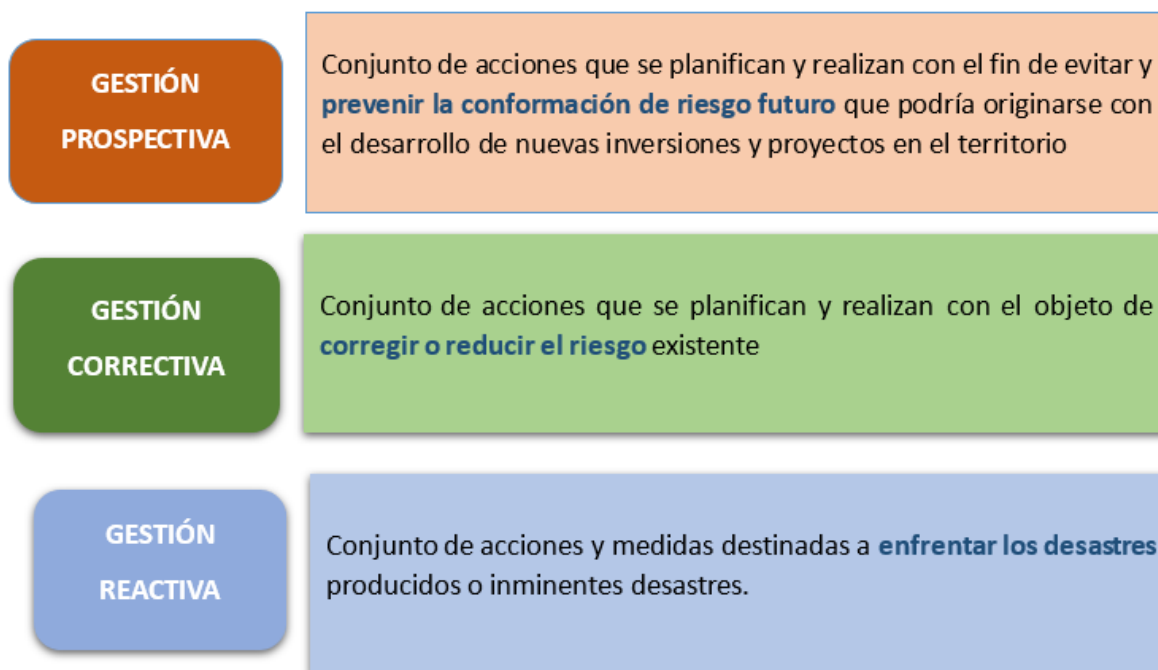
Tomando en cuenta que el riesgo de desastres es el producto del peligro y la vulnerabilidad (Figura 3), cuya materialización puede causar daños a las personas, bienes y servicios, es preciso evaluar el nivel del riesgo en las fases de planificación, construcción y operación de sistemas de agua, considerando las diferentes medidas de gestión (Figura 4), lo cual resulta indispensable en el crecimiento sostenido de los países (Galarza y Arízaga, 2019), como el Perú.

Figura 3

Estimación del riesgo de desastre



Nota. Adaptado de la Guía para la gestión del riesgo de desastres en sistemas de agua y saneamiento en un contexto de cambio climático para la Amazonía rural y rural dispersa, elaborado con SABAVIDA.

Figura 4*Medidas de Gestión de Desastre*

Nota. Adaptado de la Guía para la gestión del riesgo en sistemas de agua y saneamiento ante amenazas naturales, elaborado por Galarza y Arizaga (2019).

Para cumplir con los objetivos propuestos se establecieron cuatro fases, donde en cada una de ellas se obtuvieron diversos productos, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Esquema de las fases del proyecto y productos obtenidos



Fase 1: Preparación

- Caracterización de los sistemas de agua de las comunidades rurales dispersas
- Propuestas de soluciones de acuerdo a conocimientos ancestrales y de autoridades



Fase 2: Pre implementación

- Contexto de los sistemas de abastecimiento de agua segura
- Condiciones históricas de la zona de intervención
- Nivel de vulnerabilidad de los sistemas instalados



Fase 3: Diseño y construcción de pilotos demostrativos

- Medidas preventivas y correctivas ante el riesgo de eventos hidro climáticos
- Diseño de pilotos demostrativos
- Construcción de pilotos demostrativos



Fase 4: Socialización y participación en la elaboración de guías

- Capacitaciones y difusiones sobre Sistema de Gestión de Desastres
- Socialización a familias y autoridades de la operación y mantenimiento de infraestructura de protección.
- Participación en la elaboración de guías

3.2 Desarrollo de la solución

3.2.1 Fase 1. Preparación

Para establecer criterios adecuados que permitan la identificación de acciones estratégicas para la gestión de riesgos climáticos y sistemas de agua en poblaciones rurales dispersas de la Amazonía, se revisaron detalladamente tres guías en gestión de riesgo de desastres en agua y saneamiento para poblaciones rurales en un contexto de cambio climático (Figura 6);

finalmente, se obtuvieron criterios generales y se constató la actualización de acuerdo a las condiciones de comunidades dispersas y a la normativa vigente.

Figura 6

Guías de gestión de riesgo de desastres para agua y saneamiento rural en contexto de cambio climático



A partir de los conocimientos adquiridos, se realizaron reuniones con autoridades y representantes de asociaciones relacionados a la temática del agua en la región San Martín (Figura 7), para la identificación de peligros o amenazas hidro climáticas en las fuentes y sistemas de agua, como se muestra en la Tabla 3.

Figura 7

Reunión con representantes de municipalidades distritales con alta tasa de comunidades rurales dispersas



Tabla 3

Porcentaje de ocurrencias de peligros hidro climáticos y sus consecuencias

Peligros hidro climáticos	% de ocurrencia
Lluvias intensas	80%
Inundaciones	60%
Deslizamientos	40%
Incendios forestales	40%
Huacos	35%
Movimientos sísmicos	10%
Consecuencias de los peligros	% de ocurrencia
Escasez hídrica	60%
Turbidez del agua	80%
Colapso de la planta de tratamiento	50%
Colapso del sistema de filtración	80%
Agua no potable por incremento de turbidez	85%

Nota. Adaptado de la información proporcionada por autoridades locales

Además, respecto a la difusión y socialización de la información generadas por estas entidades, se evidenció que presentan ciertas limitaciones como las presentadas en la Tabla 4, con esta data proporcionada se identificaron las fuentes que generan los riesgos hidro climáticos (Tabla 5).

Tabla 4

Limitaciones en el proceso de transferencia de información de las autoridades hacia la población

Limitaciones	Porcentaje
Desconocimiento del enfoque de la Gestión de Riesgos de Desastres	65%
Ausencia de planes de prevención y de emergencia frente a desastres naturales	60%
Limitada coordinación de las municipalidades con otras instituciones relacionadas al Riesgo de Desastres	40%
Desconocimiento de medidas para provisión de agua segura ante un evento hidro climático extremo	75%
Poco acceso a información sobre mecanismos de compensación por servicios ecosistémicos	80%

Nota. Adaptado de la información proporcionada por autoridades locales

Tabla 5*Identificación de la fuente que genera los principales riesgos hidro climáticos*

Riesgo	De origen natural	De origen antropogénico
Inundaciones (sistemas de abastecimiento y en partes bajas)	X	
Deslizamientos (movimientos de masa)	X	
Lluvias intensas	X	
Turbidez de agua, no se puede clorar porque el lodo encapsula durante la coagulación	X	
Sedimentación del río, genera limitado caudal en Nueva Cajamarca	X	
Agrietamiento del sistema por exceso de humedad	X	
Colapso de la planta de tratamiento	X	
Escasez hídrica	X	
Actividad sísmica	X	
Vientos fuertes	X	
Contaminación ambiental		X
Deforestación		X
Incendios forestales		X

Nota. Adaptado de la información proporcionada por autoridades locales y familias rurales.

El símbolo X identifica el origen indicado en las entrevistas

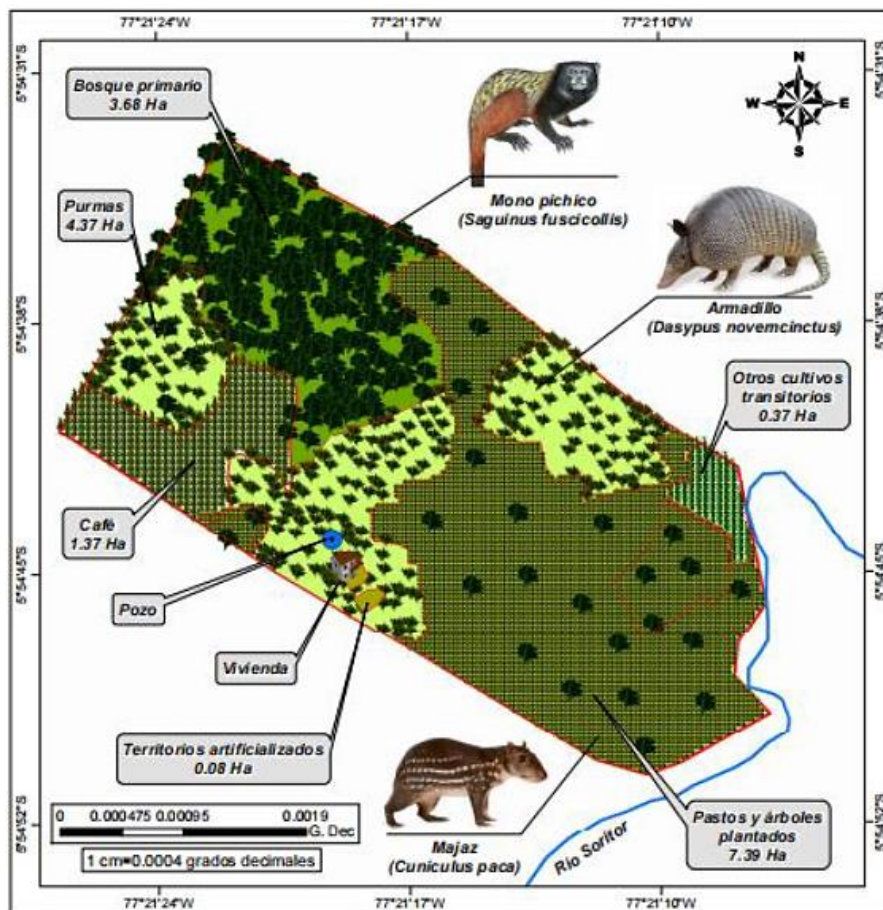
3.2.2 Fase 2. Pre implementación

Condiciones históricas de la zona de intervención respecto a riesgos hidro climáticos

La familia 1 que reside en la parte alta del sector Palestina, tiene dificultades para conectarse a la red pública del centro poblado, por ello debía obtener agua de un pozo que está expuesto continuamente a procesos erosivos muy acelerados debido a las precipitaciones intensas. Estas condiciones extremas motivaron a buscar el apoyo de Pukuni para acceder a la instalación de un pequeño sistema de agua segura mediante bomba de ariete, lo que ha fortalecido su compromiso con la conservación de bosques para mejorar la calidad hídrica mediante el manejo agrícola y ganadero asociado a la protección boscosa (Figura 8).

Figura 8

Área de manejo agrícola y ganadero en asociación con bosques pertenecientes a una familia rural dispersa en Palestina

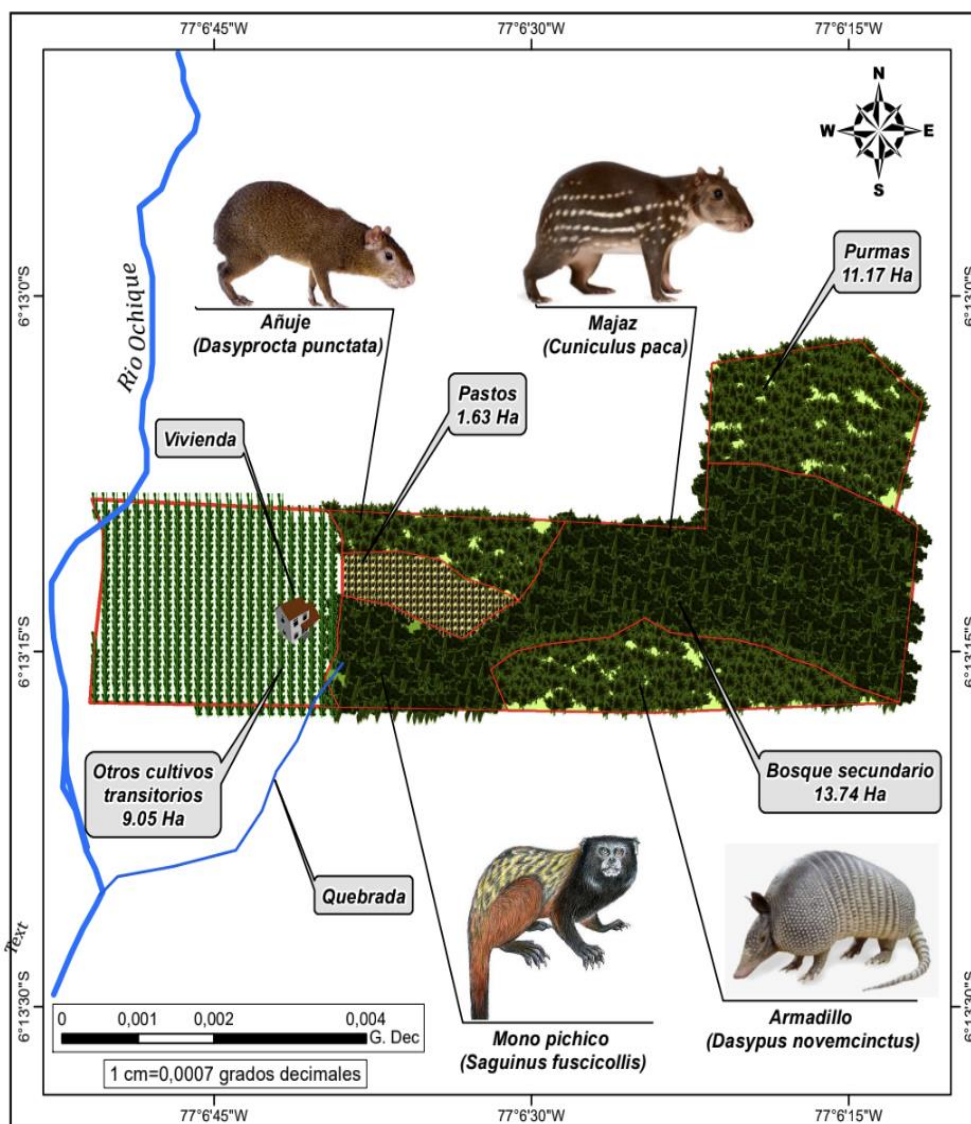


Nota. Adoptado de información perteneciente a Pukuni y CDC

En el sector San Marcos del distrito de Soritor, perteneciente a la provincia de Moyobamba, se registraron en el año 2020 un incremento acelerado del caudal fluvial e inundaciones, a consecuencia de fuertes precipitaciones, deforestación de la parte alta de la cuenca y cambio del curso del río, que afectó a comunidades rurales dispersas y sus actividades económicas orientadas al rubro agrícola y turístico. Este evento de riesgo hidro climático generó que la familia 2 fuera reubicada y no tuviera acceso a agua potable en su vivienda; sin embargo, mediante coordinaciones con Pukuni pudieron acceder al financiamiento social para la instalación de un sistema de captación por gravedad, tomando en cuenta su interés por la conservación y el manejo agrícola sostenible (Figura 9).

Figura 9

Manejo sostenible de áreas pertenecientes a una familia rural dispersa en Soritor



Nota. Adoptado de información perteneciente a Pukuni y CDC

Nivel de vulnerabilidad de los sistemas instalados ante eventos hidro climáticos

La vulnerabilidad existente en el sistema de abastecimiento de agua para la familia 1 en Palestina, sobre todo en épocas húmedas del año, se hizo evidente por la turbidez y contaminación del agua captada en el puquio, debido a la ausencia de protección de la fuente (Figura 10) ante a inundaciones y deslizamientos generados por lluvias intensas, la erosión de las márgenes del puquio e ingreso de desechos orgánicos (hojas, ramas, excrementos de aves), al igual que la bomba de ariete, al presentar dificultades en su funcionamiento por la presencia de sedimentos y materiales sólidos en el agua que ingresa (Figura 11).

Figura 10

Condición de vulnerabilidad del puquio ante desastres naturales



Nota. En la imagen A se muestra la erosión de los márgenes del puquio. En la imagen B se observa la protección colocada a la fuente de agua.

Figura 11

Alteración de la calidad de agua que ingresa a la bomba de ariete



La vulnerabilidad en el sistema de agua perteneciente a la familia 2 fue muy alta, ya que todos los componentes sufren afectaciones ante eventos hidro climáticos. Como es el caso de la captación desprotegida (Figura 12), la línea de conducción cuya manguera de

polietileno de alta densidad (HDPE) estuvo expuesta a roturas por ubicarse en una zona inestable, también presentó daños por los depósitos de rocas y troncos arrastrados por la quebrada durante máximas crecientes (Figura 13).

Figura 12

Condiciones de vulnerabilidad de las pozas de captación y línea de conducción



Nota. En la imagen A se muestra las pozas de captación con sus lechos filtrantes. En la imagen B se observa la vulnerabilidad de la línea de conducción.

Figura 13

Condiciones de vulnerabilidad de la línea de conducción ante máximas crecientes



Nota. En la imagen A se muestra el depósito del material de arrastre de la quebrada. En la imagen B se observa la vulnerabilidad de la manguera HDPE en la conducción. En la imagen C se evidencia la exposición de la manguera ante una crecida de la quebrada.

3.2.3 Fase 3. Diseño y construcción de pilotos demostrativos

La falta de incorporación de la Gestión de Riesgos de Desastres, las condiciones de exposición ante el cambio climático y el impacto sobre los ecosistemas en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua, debe ser revertido mediante la reducción de vulnerabilidad en aquellos componentes críticos identificados. Por esta razón, Pukuni participó en la implementación de medidas preventivas y correctivas ante el riesgo de eventos hidro climáticos para los sistemas de abastecimiento de agua que permita asegurar la cantidad, calidad y continuidad del servicio de agua a las familias pertenecientes a comunidades rurales dispersas en la región San Martín.

a. Medidas preventivas y correctivas ante el riesgo de eventos hidro climáticos en sistemas de abastecimiento de agua segura

De acuerdo a los análisis realizados en las fases anteriores, se establecieron medidas preventivas y correctivas para los sistemas identificados, como se muestra en la Tabla 6, cuyas propuestas permiten evidenciar que se requiere evaluar la fuente de captación de agua y el sistema tecnológico instalado, las condiciones de operación y mantenimiento, así como la exposición a los riesgos hidro climáticos más frecuentes.

Tabla 6

Medidas preventivas y correctivas antes riesgos hidro climáticos en sistemas de agua

Sistemas de agua seleccionados	Medidas preventivas y correctivas ante el riesgo a eventos hidro climáticos
Sistema de bomba de ariete	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de muro de sostenimiento y protección para posibles deslizamientos a causa de lluvias intensas. • Zanjas de coronación, en la parte alta con la finalidad de evitar que las aguas de las lluvias infiltren y traigan consigo sedimentos que contaminen el puquio. • Construcción del brocal alrededor del puquio para brindar seguridad.

-
- Implementar un techo con la finalidad de reducir el ingreso de hojarasca, ramas y excremento de aves al puquio de agua.
 - Construcción del brocal alrededor de la bomba de ariete.
 - Reforestar con especies de la zona, de rápido crecimiento para evitar la erosión del suelo y favorezcan el afloramiento del agua en el puquio.

Sistema de captación de ladera

Componente: Captación con cámara filtrante

- Descolmatación de la cabecera de la captación.
- Implementar tapas en las cámaras de la captación.
- Reforestación para prevenir deslizamientos.

Componente: línea de conducción y de aducción

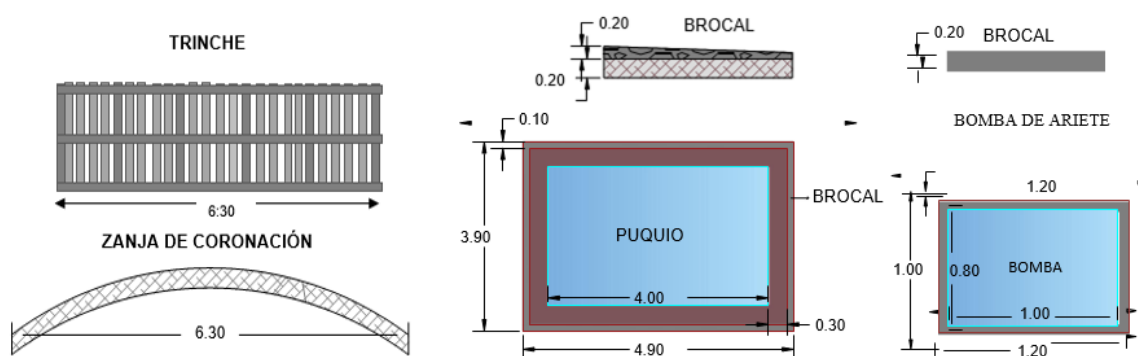
- Desvío del trazo de la línea de conducción a zonas más estables.
 - Construcción de muros de sostenimiento y protección (trinchas).
 - Anclaje de líneas de conducción a muros sólidos.
 - Limpieza del margen de la quebrada donde se ubica la línea de conducción.
 - Implementación de puentes aéreos en algunos tramos de la línea de conducción
 - Reforestación con plantas nativas.
-

b. Diseño de pilotos demostrativos que incorporan medidas de reducción de riesgos hidro climáticos

Tomando en cuenta las medidas anteriormente mencionadas, se procedió a realizar el diseño técnico para cada sistema seleccionado, como fue el caso del sistema de bomba de ariete donde en la captación se consideró un muro de protección conocido como trinche con materiales locales y la construcción de una zanja de coronación de 6,30 m de longitud en las partes altas para estabilizar el terreno ante fuertes precipitaciones, un brocal de 40cm de altura alrededor del puquio y otro de 20 cm en la bomba de ariete como se muestra en la Figura 14.

Figura 14

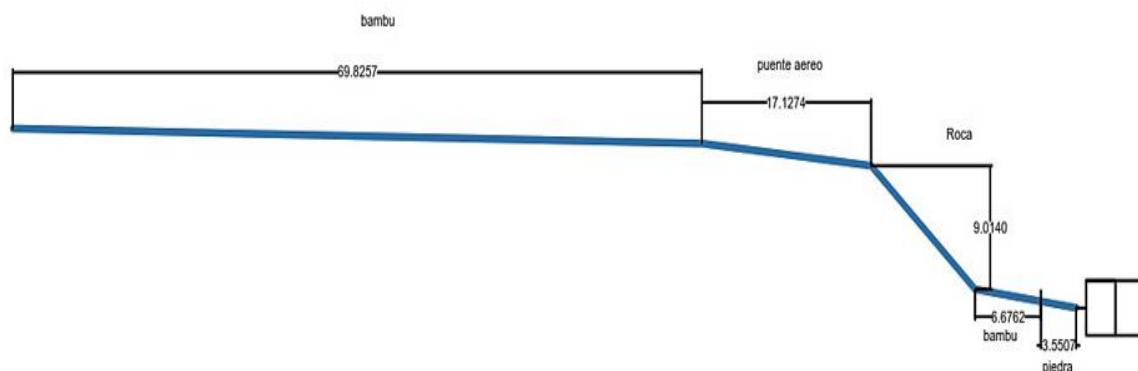
Dimensionamiento de componentes de protección para el sistema de bomba de ariete



En el sistema de captación de ladera se realizó el diseño de rejilla y tapa metálica para la cámara filtrante, en el caso de la línea de conducción, trinchas y anclaje de fierro en pases aéreos y reforzamiento de manguera con guayaquil, como se esquematiza en la Figura 15.

Figura 15

Esquema de estructuras de protección para el sistema de captación de ladera



c. Construcción de pilotos demostrativos que incorporan medidas de reducción de riesgos hidro climáticos

Para el acondicionamiento de los pilotos demostrativos se procedió a la adquisición y traslado de materiales a las zonas respectivas con ayuda de las familias. En el sistema de bomba de ariete se realizó la limpieza del área a intervenir para el inicio de las obras, se construyó un trinche o cerco de 10 metros que será una medida preventiva para garantizar la seguridad de la captación de agua al evitar que los deslizamientos afecten la infraestructura,

cabe mencionar que el diseño indicó menor longitud, pero *in situ* se consideró necesario ampliarla. Luego fue excavada una zanja de coronación a una distancia de 2 metros de la fuente de agua con el objetivo de prevenir que las fuertes precipitaciones arrastren sedimentos hacia la fuente. También se construyó un brocal en el puquio para garantizar la seguridad de las personas, proteger la calidad del agua y facilitar el acceso para su extracción y mantenimiento, se realizó la siembra de musgos para controlar la erosión y la adaptación de un dado móvil para la protección de la tubería de evacuación, como se evidencia en la Figura 16. Luego, la colocación de un techo de policarbonato y finalmente, se realizó la reforestación con yarina (planta nativa) alrededor de la fuente, que se muestra en la Figura 17.

Figura 16

Procesos constructivos para la protección del sistema de bomba de ariete



Nota. A: Transporte de material, B: Limpieza del área de intervención, C: Construcción del trinche, D: Excavación de zanja de coronación, E: Zanja de coronación finalizada, F: Encofrado de brocal, G: Brocal concluido.

Figura 17

Protección de la captación y reforestación para el sistema de bomba de ariete



Nota. A: Siembra de musgos, B: Instalación del policarbonato, C: Siembra de yarina por las familias, D: Siembra de plantas nativas a cargo de Pukuni

Para el sistema de captación por gravedad se inició con el proceso de eliminación de sedimentos, residuos, materiales orgánicos u otros contaminantes acumulados en las pozas utilizadas para la captación de agua, se realizó la mejora estructural y fortalecimiento de las instalaciones mediante la mezcla de piedra y cemento, luego se procedió a la subdivisión de la cámara filtrante considerando una secuencia de procesos (sedimentación, filtración y almacenamiento) que permitiese reducir la turbidez del agua, así como la incorporación de una rejilla para evitar el ingreso de ramas o residuos de mayor tamaño. La línea de conducción se ancló a un refuerzo con bambú mediante abrazaderas de metal en intervalos de 20 metros y la implementación de un puente aéreo que permitió un cruce seguro; también, en la parte superior se colocó un trinche o cerco para reducir afectaciones por derrumbes. De igual modo se realizaron cambios en los accesorios para mejorar el mantenimiento de los filtros lentos de la planta de tratamiento y se implementó un sistema de alerta temprana en la quebrada compuesto por una campana que permite el aviso ante una crecida, como se muestra en la Figura 18.

Figura 18

Implementación de estructuras de protección del sistema de captación de ladera



Nota. A: Limpieza de pozas de captación, B: Reforzamiento de la captación, C: División de pozas y relleno de material filtrante, D: Implementación de tapas y rejillas en la poza, E: Anclaje en pasas aéreas, F: Trinchera, G: Mejora de filtros, H: Instalación de sistema de alerta temprana.

3.2.4 Fase 4. Socialización y participación en la elaboración de guías

a. Sensibilización en acciones preventivas para la identificación de peligros hidroclimáticos y conservación de la calidad del agua

Las familias pertenecientes a las comunidades rurales dispersas que cuentan con sistemas de distribución de agua segura deben identificar las zonas y componentes que pueden ser vulnerables a los peligros hidroclimáticos, como espacios inundables, suelos permeables que favorecen la contaminación del agua y componentes en mal estado.

Esta identificación se realiza mediante un mapa de riesgo elaborado por cada familia que consiste en un croquis donde se localizan los peligros a los que está expuesta la vivienda y

el sistema de agua, permitiendo la concientización de todos los miembros de la familia en el nivel de vulnerabilidad de su vivienda y en especial su sistema de abastecimiento de agua, con el propósito de tener el conocimiento de que pueden y deben de hacer; esta experiencia se puede evidenciar en la Figura 19. Cabe indicar que este mapa identifica mediante colores los niveles de riesgo, donde rojo es nivel muy alto; anaranjado es alto; amarillo, medio y verde, bajo riesgo.

Figura 19

Elaboración de mapas parlantes del nivel de riesgo por peligros hidro climáticos



Nota. Fotografía A: Elaboración del mapa con la familia 2, Fotografía B: Elaboración del mapa con la familia 1, Fotografía C: Modelo del mapa parlante familiar

También se les brindó información a las familias sobre el proceso de cloración (Figura 20), que consiste en aplicar cloro en el agua para eliminar microorganismos nocivos a la salud como parásitos; así mismo, se les indicó como calcular el volumen de cloro para aplicar a sus reservorios, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$V = \frac{V_t \times 10}{\% \text{ de } C_{Cl}}$$

Donde V_t es el volumen del tanque en litros, % de C_{Cl} que es el porcentaje de concentración de cloro y V es el volumen en mililitros de cloro por cada litro de agua.

Figura 20

Capacitación sobre el proceso de cloración a las familias rurales dispersas



Nota. Fotografía A: Indicaciones para el proceso de cloración, Fotografía B: Preparación de la dosificación de cloro, Fotografía C: Aplicación de la dosis de cloro en el reservorio

A partir de los mapas de riesgos familiares, se instalaron señaléticas en todo el sistema de agua para informar a los integrantes de la familia como foráneos sobre cada componente del sistema y la identificación de peligros a monitorear (Figura 21).

Figura 21

Señalética en los sistemas de agua sobre peligros hidro climáticos



Nota. A: Señalética en los pases aéreos de la línea de conducción, B: Señalética en la captación, C y D: Señalética de peligros identificados en la línea de conducción

b. Participación en la elaboración de guías

Las guías para la gestión del riesgo de desastres en sistemas de agua y saneamiento en un contexto de cambio climático para la Amazonía rural y dispersa, permiten establecer un marco conceptual didáctico sobre la medición del riesgo en sistemas de agua y saneamiento y el uso de un aplicativo práctico que contiene mapas de escenarios de cambio climático y formatos interactivos para evaluar el riesgo, fueron elaboradas cuatro guías (Figura 22)

Figura 22

Guías para la gestión del riesgo de desastres en sistemas de agua y saneamiento en un contexto de cambio climático para la Amazonía rural y dispersa



Los aportes más importantes que se realizaron al proceso de revisión de guías fueron los siguientes:

- Considerando los métodos de obtención de agua potable en zonas rurales (por gravedad sin tratamiento y con tratamiento, por bombeo sin tratamiento) se sugiere evaluar la viabilidad y calidad del agua de lluvia como una alternativa para hacer frente a los desafíos actuales relacionados con el suministro de agua.
- Respecto a las diversas medidas de prevención y reducción de vulnerabilidad frente a inundaciones y huaycos, se debe considerar la instalación de barreras y sacos anti inundación en áreas donde las captaciones de agua están expuestas a riesgos o amenazas de deslizamientos, como medida preventiva.
- Sobre las medidas de mitigación para la conservación de fuentes de agua en el marco del cambio climático, se sugiere limitar el crecimiento de asentamientos humanos en las proximidades de las cuencas para preservar el entorno. Además, fomentar el fortalecimiento institucional de las JASS y las organizaciones comunales frente a los riesgos y desastres.
- En los problemas identificados y los impactos generados por las inundaciones, se indicó la obstrucción de las obras de captación por el desplazamiento de tierra y rocas, y el

impacto es el riesgo para la seguridad de las personas que viven en áreas cercanas a las captaciones de agua.

c. Capacitaciones y difusiones sobre Gestión de Desastres para sistemas de suministro de agua

La incorporación del componente Gestión de Riesgo de Desastres busca disminuir el riesgo de la población rural y rural dispersa de la Amazonía peruana, mediante acciones estratégicas de adaptación frente a eventos extremos de sequía y lluvia que incrementan la brecha de acceso al agua tanto para consumo (agua segura) como para las actividades productivas y medios de vida.

Las pasantías fueron ideadas por CDC y SABAVIDA con el financiamiento de COSUDE, cuyo origen se fundamenta como un espacio de diálogo y coordinación entre los actores estratégicos priorizados, en torno a la problemática del acceso a agua segura y sin riesgos en poblaciones rurales y rurales dispersas, para la generación de instrumentos y tecnologías que contribuyan a una adecuada gestión prospectiva, correctiva y reactiva de los riesgos, así como el fortalecimiento de las capacidades locales. Su objetivo consistió en incentivar la participación efectiva mediante el diálogo y la coordinación entre los actores estratégicos invitados, para lograr el fortalecimiento de capacidades de los gobiernos locales (municipalidades) y regionales, al igual que entidades (SUNASS y PNSR) y asociaciones (JASS) a cargo de la gestión del recurso hídrico para la reducción del riesgo hidro climático en sistemas de agua (Figura 23).

Figura 23

Brochure de la pasantía



Pukuni participó en el desarrollo de las pasantías como coordinador con autoridades e instituciones que tiene competencia en la Gestión de Desastres y del recurso hídrico (Anexo 6), como parte de las actividades que se muestran en la Tabla 2, establecidas en el contrato de consultoría. La metodología desarrollada presentó la siguiente estructura, como se observa en la Figura 24:

- Contextualización de la problemática de acceso a agua segura y sin riesgos para las familias rurales en condición dispersa y las alternativas planteadas, para lo cual se

compartió información sobre los resultados y aprendizajes del proceso emprendido, a través del desarrollo de reuniones informativas previas.

- Día de campo, en el que se buscó dar a conocer los dos pilotos demostrativos, que permitió compartir las experiencias de las familias y detallar los alcances de los resultados presentados.
- Reuniones de intercambio de opiniones, aportes o recomendaciones a los resultados alcanzados. Estas se desarrollaron en diversas ciudades de la región San Martín.

Figura 24

Actividades desarrolladas durante las pasantías



Nota. A: Contextualización la problemática y logros obtenidos, B y C: Salida de campo vivencial, D: Reuniones para presentación de guías y soluciones tecnológicas innovadoras

Para estas pasantías se plantearon los siguientes contenidos:

- Actualización y socialización de las guías en reducción de riesgo de desastres para población rural y rural dispersa y sus respectivas aplicaciones informáticas.
- Instalación de medidas de reducción de riesgo de desastres en dos pilotos demostrativos para acceso a agua que incorpore la gestión de riesgos.
- Socialización de catálogo de soluciones climáticamente inteligentes para el acceso a agua segura en contextos de diferentes riesgos hidro climáticos en la Amazonía y en situación de emergencia para familia rural dispersa.

3.3 Factibilidad técnica-operativa

Para identificar el estado situacional de los sistemas de agua segura en las zonas rurales de la región San Martín, se contó con el apoyo de representantes de los gobiernos locales como el personal técnico de las municipalidades distritales para la gestión de los servicios de agua y saneamiento, al igual que representantes de las juntas administradoras de servicios de saneamiento (JASS), quienes identificaron y categorizaron los peligros hidroclimáticos más relevantes a los que están expuestos los sistemas de agua así como las principales afectaciones que impactan sobre la infraestructura de estos.

En el diseño e implementación de los pilotos demostrativos, se tuvo la participación activa de las familias beneficiarias que acceden al proyecto a cargo de CDC con Pukuni, el personal técnico y profesionales de CDC para las orientaciones a partir de sus experiencias en contextos rurales de la Amazonía, en las estructuras de protección ante eventos hidroclimáticos que involucran el componente ambiental con el uso de materiales de la zona al igual que los conocimientos de las familias pertenecientes a comunidades dispersas.

Para la socialización y transferencia de experiencias obtenidas en el proceso de diagnóstico, diseño y elaboración de medidas de prevención ante el riesgo por eventos hidroclimáticos en sistemas de distribución de agua segura, fue importante el apoyo recibido por SABAVIDA y CDC para desarrollar pasantías, cursos y participación en la elaboración de guías que buscan contribuir en la Gestión de Riesgos de Desastres por eventos extremos hidroclimáticos en sistemas de abastecimiento de agua para comunidades rurales dispersas pertenecientes a la región San Martín.

IV. ANÁLISIS CRÍTICO

4.1 Cuadro de inversión

Entre los costos generados para la implementación de medidas de reducción de riesgo de desastres en el sistema de bomba de ariete, se ha considerado la protección del puquio, la construcción de la zanja de coronación y trinche de retención, y la estabilización del suelo donde se ubica la bomba de ariete y su protección, generando un costo total de S/ 3 353 como se presenta en la Tabla 7. De la misma forma, para el sistema de captación de ladera se obtuvo un monto total de S/ 5 123, que incluyó estructuras de protección para la cámara de captación, reforzamiento de la línea de aducción, mejoramiento del tratamiento por filtración y el reservorio, así como la implementación de un sistema de alerta temprana, que se evidencia en la Tabla 8.

Tabla 7

Presupuesto para la implementación de medidas de reducción de riesgo de desastres en el sistema de bomba de ariete

Ítem	Descripción	Und.	Cant.	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
1	Medidas en reducción de riesgo de desastre y adaptación al cambio climático				2 863.00
1.01	Captación fuente subterránea (protección de puquio)	Glob	1.00	1 699.00	1 699.00
1.02	Zanja de coronación y trinche de contención	Glob	1.00	220.00	220.00
1.03	Limpieza de Bomba de ariete y excavación de zanja	Glob	1.00	14.00	14.00
1.04	Mejoras en la bomba de ariete	Glob	1.00	270.00	270.00
1.05	Mano de obra			660.00	660.00
2	Almacén	Glob	1.00	200.00	200.00

3	Flete	Glob	1.00	290.00	290.00
				Total (soles)	3 353.00

Tabla 8

Presupuesto para la implementación de medidas de reducción de riesgo de desastres en el sistema de captación de ladera

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
1	Medidas en reducción de riesgo de desastre y adaptación al cambio climático				4 747.83
1.01	Rejilla y tapa de la cámara de captación	Glob	1.00	815.83	815.83
1.02	Reforzamiento de la línea de aducción y trinche	Glob	1.00	1 655.00	1 655.00
1.04	Mejoramiento tratamiento de filtración domiciliaria	Glob	1.00	452.00	452.00
1.05	Implementación de dado de rebose y ampliación de tubería en reservorio	Glob	1.00	150.00	150.00
1.06	Instalación de sistema de alerta temprana	Glob	1.00	150.00	150.00
1.07	Mano de obra	Glob	1.00	855.00	855.00
2	Flete	Glob	1.00	670.00	670.00
3	Señaléticas	und	5.00	15.00	75.00
4	Almacén	Glob	1.00	300.00	300.00
				Total	5 122.83

4.2 Análisis de costos – beneficio

4.2.1 Costos asociados al proyecto

A partir de la implementación de las de medidas de reducción de riesgo de desastres en los sistemas de agua elegidos, se debe tener en cuenta la generación de costos asociados necesarios para el adecuado funcionamiento en el tiempo de las estructuras de protección instaladas, como son:

- Elaborar y ejecutar un programa de mantenimiento preventivo para los sistemas de abastecimiento de agua segura para las familias pertenecientes a comunidades rurales dispersas, para regular la funcionalidad de las estructuras, evitando la acumulación de sedimentos que podría favorecer el incremento de los riesgos asociados.
- Establecer propuestas de diseño para las estructuras en los sistemas de agua con un enfoque adaptable, que permita su operación en condiciones hidro climáticas extremos y cambios en el tiempo.
- Actualización continua de los planes de contingencia e incluir acciones específicas para la escasez de agua, fallas en el sistema de bombeo o contaminación de la fuente de captación.

4.2.2 Beneficios obtenidos del proyecto

- **Identificación de los principales peligros y su valoración de los riesgos hidro climáticos en los sistemas de abastecimiento de agua**

La identificación de los peligros y la valoración de los riesgos hidro climáticos en los sistemas de abastecimiento de agua permite establecer los efectos que generan a nivel de bosques, agricultura y uso poblacional, de acuerdo al tipo evento en las provincias de la región San Martín (Anexo 7), donde el nivel de riesgo muy alto es para las inundaciones que generan cortes de bastecimiento de agua para las poblaciones y ante este contexto buscan

obtener agua de fuentes alternativas de baja calidad, incrementando el índice de enfermedades gastrointestinales para los miembros de las familias.

- **Protección de los sistemas de agua unifamiliares en comunidades rurales dispersas ante eventos extremos hidro climáticos**

La implementación de medidas de reducción de riesgo de desastres en los sistemas de agua segura, ha permitido obtener propuestas tecnológicas que involucran materiales de la zona, actividades de reforestación y la participación proactiva de los integrantes de cada familia en la concientización del cuidado del agua, esto se refleja en la Tabla 9.

Tabla 9

Propuestas tecnológicas y medidas para la protección de sistemas de agua en comunidades rurales dispersas

Sistema hidráulico de bomba de ariete	Sistema de captación de ladera
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de los riesgos climáticos. • Limpieza del área de intervención. • Excavación de zanja de coronación. • Armado del trinche a base de material de la zona. • Construcción del brocal alrededor del pozo y en la caja de bomba de ariete. • Armado de madera para del techo. • Instalación del techo de policarbonato. • Reforestación en cuerpos de agua • Siembra de musgos en la pared de la captación. • Implementación de dado móvil en la tubería de desfogue de la captación. • Techado del reservorio. • Elaboración de mapa de riesgos • Capacitación en mantenimiento de sistemas y en cloración de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de los riesgos climáticos. • Limpieza de las pozas de la captación. • Reforzamiento de la captación. • División de las pozas de la captación y lavado de lecho filtrante para las pozas. • Implementación de rejilla. • Instalación de tapas en la captación. • Reforzamiento en la línea de conducción con piedra. • Forrado de la línea de conducción con bambú. • Construcción del puente aéreo y de una trinchera de bambú. • Mantenimiento y cambio de los lechos filtrantes. • Implementación de la alerta temprana. • Dado móvil en la tubería de rebose del reservorio.

-
- Elaboración de mapa de riesgos
 - Capacitación en mantenimiento de sistemas y en cloración de agua
-

Esta implementación de medidas de reducción de riesgo de desastres en los sistemas de agua asegura la provisión del recurso hídrico en el tiempo, así como el cuidado de su calidad. Cabe indicar que estos sistemas tienen el respaldo de entidades como la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), como se muestra en el Anexo 8.

- **Socialización de medidas de reducción de riesgo de desastres en los sistemas de agua segura**

La educación continua sobre la gestión sostenible del agua y las prácticas de conservación es esencial para fomentar la conciencia y la responsabilidad colectiva. Por lo tanto, la socialización de experiencias obtenidas en la implementación de medidas de reducción de riesgo de desastres, favorece la concientización de la Gestión de riesgos de Desastres en relación al agua. En las pasantías realizadas participaron 28 instituciones públicas y privadas que fueron representadas por 49 funcionarios y especialistas, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10

Listado de instituciones participantes en las pasantías y lugar de procedencia

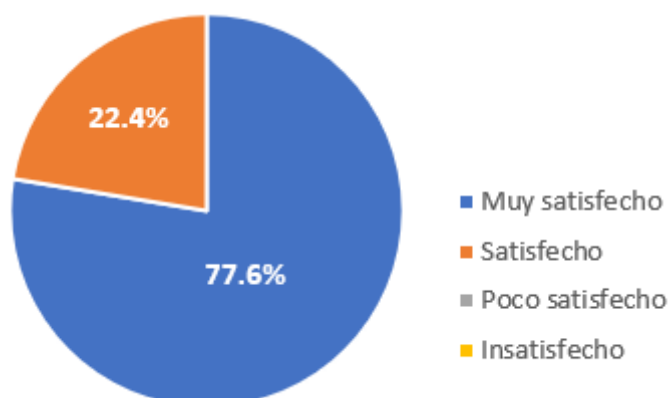
Instituciones	Lugar de Procedencia
Programa integral de agua y saneamiento rural (PIASAR)	Lima
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - Dirección General de Políticas y Regulación	Lima
SUNASS - ODS San Martín	San Martín
CENEPRED	San Martín
SENAMHI	San Martín
Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) – Amazonía rural	San Martín

Oficina Regional de Seguridad y Defensa Nacional (ORS DENA)	San Martín
Dirección Regional de Vivienda	San Martín
Universidad Católica Sedes Sapientiae	San Martín
SABAVIDA	San Martín
PUKUNI	San Martín
JASS – Municipalidad de Nueva Cajamarca	San Martín

Las expectativas obtenidas por parte de los participantes de las pasantías y cursos realizados fueron obtenidas a partir de la entrega de fichas de encuestas al final de cada evento, luego se procesaron los resultados y consolidaron en gráficos adjuntados en el informe final del proyecto, detallado en el Anexo 9. Por lo tanto, se reflejó que el contenido de toda la pasantía fue muy satisfactorio (Figura 25), al igual que por un adecuado manejo didáctico y técnico de los contenidos presentados por los expositores (Figura 26), así como la presentación de los aplicativos informáticos que fortalecen los mecanismos de mitigación para la Gestión de Desastres ante eventos hidro climáticos, como se puede evidenciar en la Figura 27.

Figura 25

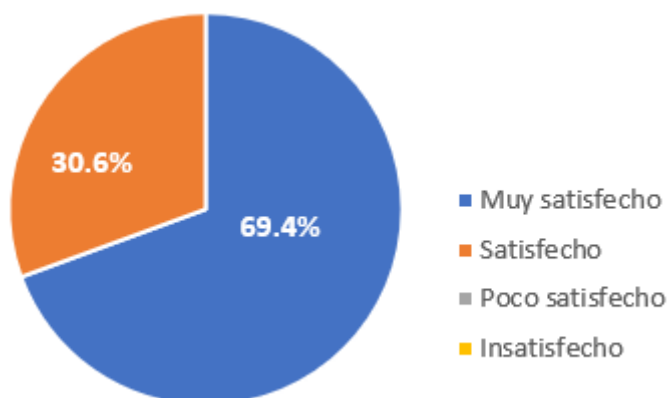
Nivel de satisfacción respecto al contenido de la pasantía



Nota. Elaborado a partir de información consolidada de encuestas realizadas por SABAVIDA

Figura 26

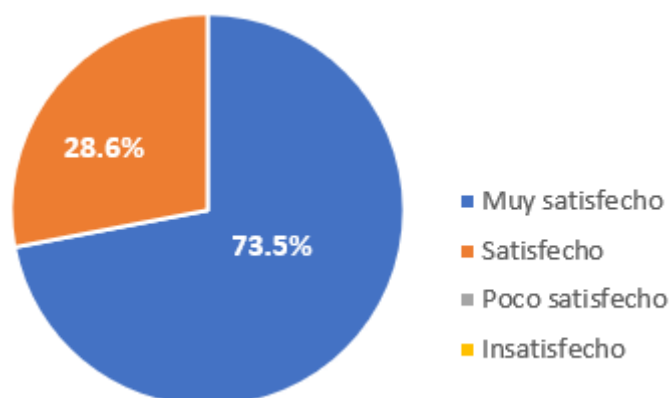
Nivel de satisfacción respecto al manejo técnico y didáctico adecuado por los expositores



Nota. Elaborado a partir de información consolidada de encuestas realizadas por SABAVIDA

Figura 27

Nivel de satisfacción respecto a la presentación de aplicativos informáticos



Nota. Elaborado a partir de información consolidada de encuestas realizadas por SABAVIDA

La pasantía proporcionó una valiosa experiencia práctica y contribuyó significativamente para desarrollar aptitudes en la preparación y capacidad de respuesta de los sistemas de agua potable ante desastres hidro climáticos. Los resultados obtenidos destacan la importancia de la colaboración interinstitucional, así como la inversión en infraestructura y capacitación. Las recomendaciones propuestas servirán como guía para futuras iniciativas de gestión de riesgos en sistemas de agua potable en zonas rurales y zonas rurales dispersas de la Amazonia.

V. APORTES MÁS SIGNIFICATIVOS

La participación en la elaboración e implementación del Sistema de Gestión de Desastres en sistemas de abastecimiento de agua para comunidades rurales dispersas en la región San Martín, ante el contexto de cambio climático, me ha permitido brindar los siguientes aportes:

- **Identificación de Riesgos.** Mediante las entrevistas realizadas a los representantes de instituciones públicas como las municipalidades distritales con sus áreas de asistencia técnica municipal (ATM) y JASS, me compartieron su preocupación ante la falta de modelos que incorporen la Gestión de Riesgos de Desastres en sus planes institucionales, así como, la ausencia de planes de contingencia y emergencia ante desastres; también, coincidieron que la recurrencia de eventos extremos es causada por la deforestación.
- **Planes de contingencia.** Se brindó aportes para la elaboración de planes de contingencia detallados, adaptados a las necesidades y características de cada familia y sistema de agua, sobre todo, mediante la elaboración de mapas parlantes.
- **Implementación de pilotos demostrativos.** Los pilotos demostrativos implementados en Palestina y Soritor, durante el proceso constructivo presentaron dificultades, principalmente para el traslado de materiales hacia las respectivas zonas, por ello se buscó utilizar materiales de la zona que cumplan la misma función que la propuesta del diseño y de esta forma se logró obtener estructuras accesibles para las familias y puedan realizar su mantenimiento periódico.
- **Capacitaciones.** Se logró capacitar a las dos familias donde se implementaron los pilotos demostrativos para la protección de los sistemas de agua, en prácticas de gestión de riesgos y respuesta ante emergencias a través de mapas parlantes, en la cloración para una mejorar calidad de agua y fortalecer las estrategias de conservación de las fuentes de agua con la reforestación con especies de la zona.
- **Colaboración interinstitucional.** Se logró consolidar una red de colaboración con las autoridades nacionales, regionales y locales para futuros proyectos que participe Pukuni,

principalmente aquellos orientados hacia la Gestión de Recursos Hídricos en las zonas rurales de la región San Martín.

VI. CONCLUSIONES

- Los principales peligros hidro climáticos identificados por lo representantes de los gobiernos locales y de las JASS fueron lluvias intensas, inundaciones, deslizamientos e incendios forestales, cuyas consecuencias para los sistemas de abastecimiento de agua fueron en el incremento de la turbidez y el colapso de la planta de tratamiento que puede generar que los sistemas no brinden agua potable.
- La instalación de una cerca o trinche y la excavación de una zanja de coronación para desviar posibles deslizamientos es una medida eficaz para prevenir riesgos asociados con la inestabilidad del terreno y asegura la calidad de la fuente de captación del sistema de agua. De la misma forma, la construcción de un brocal, techo y desfogue de la captación contribuyen a la seguridad, eficiencia y durabilidad del puquio o de la cámara filtrante.
- La estrategia de reforestación con especies nativas en la zona circundante a la captación (puquio) contribuye a la protección del entorno natural, tomando en cuenta que la vegetación actúa como una barrera natural contra la erosión del suelo y mejora la calidad del agua al retener posibles contaminantes.
- La introducción de materiales locales, como el bambú y la yarina, en el acondicionamiento estructural de las redes de aducción, refleja una innovación sostenible en la construcción de infraestructuras hídricas. La incorporación de un pase aéreo en el sistema no solo ha mejorado la accesibilidad, sino que también ha fortalecido la infraestructura ante posibles eventos climáticos extremos. La combinación de estas medidas refuerza la resiliencia del sistema frente a riesgos hidro climáticos.
- La pasantía programada por SABAVIDA, realizada por esta ONG en coordinación con CDC y Pukuni, reflejó el compromiso y esfuerzo conjunto de todos los involucrados y permite fortalecer acuerdos entre las familias rurales de comunidades dispersas y las autoridades locales para una gestión de riesgos de desastres eficaz y resiliente en los sistemas de agua potable con diversas tecnologías implementadas.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda priorizar el tratamiento de las aguas residuales tanto domésticas como aquellas asociadas a las actividades productivas, de la misma manera que se gestionan sistemas para acceder a agua potable, con la implementación de tecnologías sostenibles ambientalmente como los humedales artificiales, por tal motivo recomienda implementar estructuras de almacenamiento de agua tomando en cuenta la variabilidad climática asociada al cambio climático, al presentarse periodos de sequía prolongados que pueden afectar la disponibilidad del agua para los diversos usos en los centros poblados dispersos.

REFERENCIAS

- Alvarado, J. y Marrache, I. (2020). Agua y Saneamiento en el Perú: Estado, retos y reflexiones | Revista de Derecho Administrativo. *Revista De Derecho Administrativo*, 19, 383-410.
- Álvarez, L. (2019). *Acceso a servicios de agua y saneamiento en áreas rurales dispersas* (No. IDB-TN-01729). Banco Interamericano de Desarrollo. <https://cleiman.com/dev/wp-content/uploads/2020/11/Acceso-a-servicios-de-agua-y-saneamiento-en-areas-rurales-dispersas-Camino-a-la-universalizacion.pdf>
- Barreto, L. (2020). *¿Sabes qué son los sistemas de abastecimiento de agua?* Sustainable Sanitation and Water Management. <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/acerca-de-esta-herramienta/%C2%BFsabes-qu%C3%A9-son-los-sistemas-de-abastecimiento-de-agua%3F>
- Calderón, E. A. (2021). *Diseño y simulación de un prototipo de bomba de ariete para el suministro de agua en la finca El Manantial del municipio de Neiva* [Tesis pregrado, Universidad Antonio Mariño]. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/4775>
- Luh, J., Royster, S., Sebastian, D., Ojomo, E., & Bartram, J. (2017). Expert assessment of the resilience of drinking water and sanitation systems to climate-related hazards. *Science of The Total Environment*, 592, 334-344. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.084>
- De la Peña, M., & Álvarez, L. (2018). *Ejecutar proyectos de agua y saneamiento en el sector rural: Retos y desafíos en América Latina y el Caribe* (Nota técnica del BID No. 1439). Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Ejecutar-proyectos-de-agua-y-saneamiento-en-el-sector-rural-Retos-y-desaf%C3%ADos-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- Díaz, M. M. (2018). *Identificación de peligros y análisis de riesgo en el proyecto: Creación del sistema de agua potable y saneamiento rural en el caserío El Sauce, distrito de*

Neshuya, provincia de Padre Abad – Ucayali - Perú, 2018 [Universidad Alas Peruanas]. <https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/9383>

Fundación Manuel J. Bustamante De La Fuente. (2010). *Cambio climático en el Perú: Amazonía* (Fundación Manuel J. Bustamante De La Fuente). Fundación Manuel J. Bustamante De La Fuente. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4613>

Galarza, D. A., & Arízaga, J. O. (2019). Guía para la gestión del riesgo en sistemas de agua y saneamiento ante amenazas naturales. *IDB Publications*. <https://doi.org/10.18235/0002038>

Guía para la Evaluación del Riesgo de Desastres ocasionados por peligros de origen natural en los servicios de agua y saneamiento, Pub. L. No. Resolución Ministerial N.º 395-2023-VIVIENDA (2023). <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/4612170-395-2023-vivienda>

Manrique, L. (2021). *Determinación de los niveles y zonas de riesgos por inundación en el caserío Santa Rosa de Shapajilla* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1948>

Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Ed.). (2020). *Agua más. Agua con calidad para la población rural 2017-2019* (1ra. edición). FONCODES.

Miranda, S. (2019). *Incidencia del peligro y la vulnerabilidad, en la determinación del riesgo de los sistemas de agua potable y saneamiento caso: Sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado Huaraclla, distrito de Jesús, Cajamarca 2018* [Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3762>

Organización de Naciones Unidas. (2009). *Gestión del Riesgo de Desastres*. Portal de conocimientos de ONU-SPIDER. <https://www.un-spider.org/es/riesgos-y-desastres/gestion-del-riesgo-de-desastres>

- Organización Panamericana de la Salud. (2022). *Saneamiento básico: Agua segura, disposición de excretas y manejo de la basura: Cuadernillo para capacitaciones con enfoque intercultural en áreas rurales*. Organización Panamericana de la Salud.
- Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2022-2030, Pub. L. No. Decreto Supremo N.º 115-2022-PCM (2022). <https://www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/3465952>
- Planton, P. (2013). *Glosario (Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)*. IPCC. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf
- Política nacional de gestión del riesgo de desastres al 2050, DECRETO SUPREMO N° 038-2021-PCM (2021). <https://www.gob.pe/institucion/pcm/informes-publicaciones/1892252-politica-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-desastres-al-2050>
- Smits, S. (2017). *Propuesta para modelos de intervención en agua y saneamiento el área rural dispersa de Honduras*. IRC: WASH. https://es.ircwash.org/sites/default/files/modelos_de_intervencion_layouted.pdf
- Solís, B. y Serebrisky, T. (2023). Bajo presión: Efectos, impactos y adaptación al cambio climático en operadores de agua de América Latina y el Caribe. *IDB Publications*. <https://doi.org/10.18235/0005170>
- Sturzenegger, G., Martínez, S. y Gertner, G. (2016). Expandiendo acceso a agua potable y saneamiento en pequeñas comunidades rurales: Resultados de la encuesta de línea de base de una evaluación de impacto experimental. *IDB Publications*. <https://doi.org/10.18235/0010126>
- Wang, L., Zhang, F., Zeng, C. y Zhang, W. (2023). Variation of hydro-climatic extremes in headwater regions of Hei River basin under climate change. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 50, 101561. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2023.101561>

ANEXOS

Anexo 1

Convenio Marco de PUKUNI en los proyectos de CDC

CONVENIO MARCO DE COLABORACIÓN ENTRE LA EMPRESA DE AGUA PUKUNI S. A. C. Y LA ASOCIACIÓN CONSERVACION Y DESARROLLO COMUNITARIO SOSTENIBLE

Conste por el presente documento, el Convenio Marco de Colaboración, que celebran de una parte la **EMPRESA DE AGUA PUKUNI S.A.C.**, a quien en adelante se le denominará "**La Empresa**", con RUC N° 20609283875, inscrita en la Partida Electrónica N° 11127844, del Registro de Personas Jurídicas en la Oficina Registral de Moyobamba, con domicilio en la carretera Fernando Belaunde Terry sin número, kilómetro 446, Distrito de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja y Departamento de San Martín, debidamente representado por su **Gerente General, Marcela Paz Paz**, identificada con la Documento Nacional de Identidad N° [REDACTED], y de la otra parte la y la Asociación **CONSERVACION Y DESARROLLO COMUNITARIO SOSTENIBLE**, con RUC N° 20611510455, inscrita en la Partida Electrónica N° 15380013 del Registro de Personas Jurídicas, en la Oficina Registral de Lima, con domicilio legal en la Calle Baca Flor N° 328 Dpto. 201, distrito de Magdalena del Mar, Provincia y Departamento de Lima, en adelante **CDC**, debidamente representada por su **Gerente General, la señora Zully Ann Zavala Valentín**, con DNI N° [REDACTED], según poderes inscritos en la referida Partida Electrónica, en los términos y condiciones siguientes:

En lo sucesivo y cuando se citen en conjunto a **LA EMPRESA** y **CDC**, se les denominará **LAS PARTES**, de acuerdo a los términos y condiciones siguientes:

CLAUSULA SEGUNDA: DEL OBJETO DEL CONVENIO

El presente Convenio, tiene por objeto promover colaboración entre **LAS PARTES**, para aunar esfuerzos en la implementación de procesos de gestión sostenible de los sistemas productivos y áreas de bosque o purma en predios agropecuarios, a fin de contribuir a la mejora de la calidad de vida de lo(a)s pequeño(a)s productore(a)s socio(a)s.

En señal de conformidad con los términos del presente Convenio, **LAS PARTES** lo suscriben en dos (02) ejemplares del mismo tenor y efecto legal, en la ciudad de Nueva Cajamarca, a los 15 días del mes de marzo del año 2022.


 EMPRESA DE AGUA PUKUNI S A C

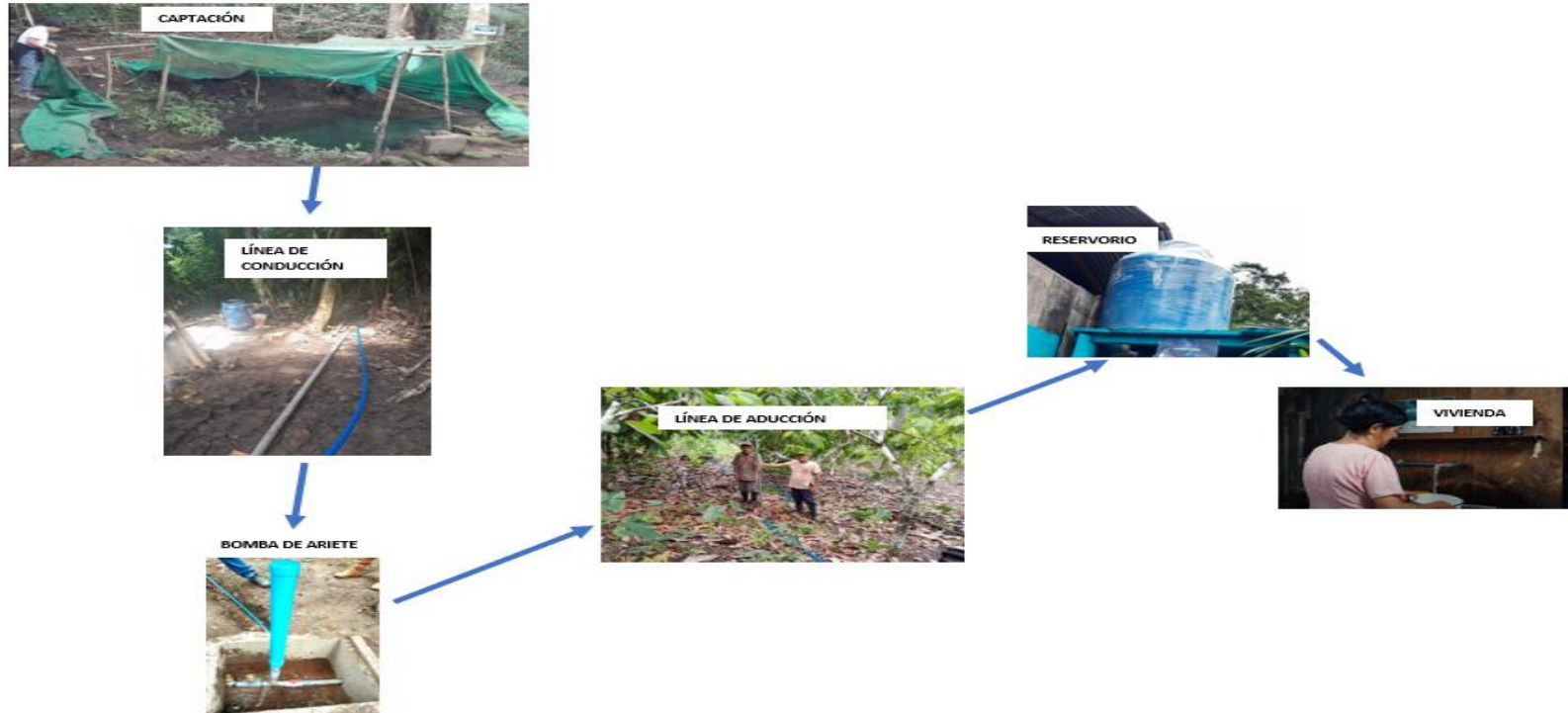
 BACH. MARCELA PAZ PAZ
 GERENTE GENERAL
 CEL. 944017178
 MARCELA PAZ PAZ
 GERENTE GENERAL
 EMPRESA DE AGUA PUKUNI S. A. C.


 PROYECTO DE CONSERVACIÓN DIGITAL
 DE LA CONSERVACIÓN EN PERÚ

 Zully Zavala Valentín
 COORDINADORA GENERAL
 ZULLY ANN ZAVALA VALENTIN
 GERENTE GENERAL
 ASOCIACIÓN CONSERVACIÓN Y DESARROLLO
 COMUNITARIO SOSTENIBLE

Anexo 2

Esquema del sistema de bomba de ariete



Anexo 3

Esquema del sistema de captación de ladera



Anexo 4

Contrato de locación de servicios para la consultoría solicitada por SABAVIDA

CONTRATO DE LOCACION DE SERVICIOS
CONSULTORÍA PARA "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE 02 PILOTOS DEMOSTRATIVOS QUE INCORPORAN MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS HIDROCLIMÁTICOS".

Conste por el presente documento privado, el Contrato de Locación de Servicios que celebran de una parte, SABAVIDA con RUC N° 20603234945 y con domicilio legal en Conjunto Habitacional Hilario Mendivil D-203, Wanchaq, Departamento de Cusco, debidamente representado por Nancy Málaga Carrasco, con DNI N° [REDACTED] a quien en adelante se le denominará **SABAVIDA**; y de la otra parte **EMPRESA DE AGUA PUKUNI S.A.C.**, con RUC 20609283875 con domicilio en Carretera Fernando Belaunde Terry 446 - CAS. LA Unión – Nueva Cajamarca – Rioja-San Martín, debidamente representado por Marcela Paz Paz con DNI N° [REDACTED], a quien en adelante se le denominará **EL LOCADOR**, en los términos y condiciones siguientes:

SEGUNDA: OBJETO DEL CONTRATO

Mediante el presente documento privado, **SABAVIDA** contrata los servicios de **EL LOCADOR** en los términos y condiciones establecidos en el presente contrato:

TIPO CONTRATO	Consultoría
TIPO PERSONA	Persona Jurídica
PROYECTO / AREA	Iniciativa "Acciones estratégicas de agua, saneamiento y gestión de riesgos climáticos para poblaciones rurales y rural dispersa en la Amazonía peruana".
LUGAR	Lima-San Martín
TEMA / TITULO	Equipo consultor a cargo del diseño e implementación de 02 pilotos demostrativos que incorporan medidas de reducción de riesgos hidroclimáticos en sistemas de agua y saneamiento para población rural y rural dispersa de la amazonia peruana

Las partes en señal de conformidad, suscriben el presente documento, en la ciudad de Lima, el día 19 de diciembre del 2023

SABAVIDA



NANCY MALAGA CARRASCO
 REPRESENTANTE LEGAL

EMPRESA DE AGUA PUKUNI S.A.C



EMPRESA DE AGUA PUKUNI S.A.C
 BACH. MARCELA PAZ PAZ
 GERENTE GENERAL
 CEL. 990017170

MARCELA PAZ PAZ
 REPRESENTANTE LEGAL

Anexo 5

Programación de actividades realizadas por Pukuni

Duración	DIC.		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				
	3 SEM	4 SEM	1 SEM	2 SEM	3 SEM	4 SEM	1 SEM	2 SEM	3 SEM	4 SEM	1 SEM	2 SEM	3 SEM	4 SEM	1 SEM	2 SEM	3 SEM	4 SEM	1 SEM	2 SEM	3 SEM	4 SEM	
ACTIVIDADES																							
PRIMER PRODUCTO																							
Plan de trabajo con insumos solicitados.	■																						
Entrega del primer producto	■																						
SEGUNDO PRODUCTO																							
Evaluación del area de estudio			■																				
Evaluación de presupuestos				■																			
Identificación de tecnologías apropiadas para la reducción de riesgos hidrolimáticos.					■	■																	
Implementación del piloto de reducción de riesgo en la dos familias identificadas						■	■	■															
Informe de avance del proceso de implementación de pilotos									■														
Entrega del segundo producto									■														
TERCER PRODUCTO																							
Termino de la Implementacion										■	■												
Evaluacion y agustes												■											
Capacitación a las familias beneficiadas													■										
Informe final del proceso de implementación de pilotos														■									
Entrega del tercer producto														■									
CUARTO PRODUCTO																							
Curso Virtual															■	■							
Pasantía																■	■						
Informe con participación en espacios de socialización																					■		
Entrega del cuarto producto																					■		

Anexo 6

Participación en la organización de la pasantía

**CERTIFICADO DE PASANTÍA**

Quién suscribe, Director de SABAVIDA, por medio de la presente hace constar que **LEYDI LILI VÁSQUEZ DÍAZ**, en representación de la Empresa de Agua Pukuni S.A.C, participó en la coordinación de la pasantía del proyecto *Iniciativa "Acciones Estratégicas de Agua, Saneamiento y Gestión de Riesgos Climáticos para Poblaciones Rurales y Rural Dispersa en la Amazonía Peruana"* este evento se desarrolló el 5 y 6 de junio del presente año.

Se confiere el presente certificado en honor a su mérito para los fines que considere pertinentes.

20 de junio del 2024

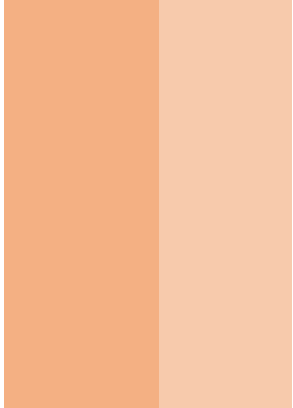


Ing. Heberth Pacheco De La Jara
DIRECTOR SABAVIDA

Anexo 7

Intensidad y efectos de los principales riesgos hidro climáticos en las provincias de la región San Martín

Provincia	Riesgos			Bosques		Agricultura		Poblacional	
	Inundaciones	Deslizamientos	Aumento de temperatura	Pérdidas	Daños	Pérdidas	Daños	Pérdidas	Daños
Moyobamba	Muy alto	Muy alto	Alto	Pérdida de cobertura boscosa	<ul style="list-style-type: none"> Alteración de la productividad de bienes y servicios del bosque 	Pérdida total o parcial de la producción agropecuaria y suelos agropecuarios	<ul style="list-style-type: none"> Disminución de rendimientos agrícolas y ganaderos Perdida de beneficios económicos agrícolas Desabastecimiento focalizado de productos agropecuarios Incremento de la pobreza familiar 	Corte de abastecimiento de agua potable, para generación eléctrica y dotación agrícola	<ul style="list-style-type: none"> Desabastecimiento de agua potable Incremento de enfermedades gastrointestinales Afectación a las actividades económicas Pérdidas económicas a nivel local y regional
Rioja	Muy alto	Muy alto	Bajo						
San Martín	Muy bajo	Medio	Bajo						
Bellavista	Muy bajo	Medio	Bajo						
El Dorado	Muy bajo	Medio	Bajo						
Huallaga	Muy alto	Muy alto	Muy Alto						
Lamas	Muy bajo	Medio	Bajo						
Mariscal Cáceres	Muy bajo	Muy Alto	Alto						
Picota	Muy bajo	Medio	Bajo						
Tocache	Muy bajo	Medio	Bajo						

-
- 
- Alteración del régimen hídrico
 - Pérdida de especies amenazadas de flora y fauna silvestre
 - Reducción de la fertilidad de suelos
 - Aumento de la erosión y degradación de suelos
-

Nota. Adaptado de información obtenida de fuentes institucionales como SENAMHI, JASS, ATM.

Anexo 8

Validación de la implementación de medidas de reducción de riesgo de desastres en los sistemas de agua

Tarapoto, 12 de octubre de 2024

Javier Noriega Murrieta
Dirección: Jr. Francisco Bolognesi 422. Tarapoto
Correo: jnoriega@sunass.gob.pe


Empresa de Agua Pukuni S.A.C
Dirección : Ctra Fernando Belaunde Terry – 446 – Nueva Cajamarca
Correo: empresapukuni@gmail.com

Estimado

Me dirijo a usted en mi calidad de **Jefe de la ODS San Martín** de la Sunass para expresar mi reconocimiento al proyecto *Iniciativa "Acciones estratégicas de agua, saneamiento y gestión de riesgos climáticos para poblaciones rurales y rural dispersa en la Amazonía peruana"* que se ejecutó 19 de diciembre del 2023 al 19 de mayo del 2024 en las provincias de Moyobamba y Rioja de la Región San Martín. He tenido el privilegio de asistir y conocer de cerca el impacto y los objetivos de esta iniciativa, lo que nos ha permitido valorar profundamente su relevancia.

El proyecto *Iniciativa "Acciones estratégicas de agua, saneamiento y gestión de riesgos climáticos para poblaciones rurales y rural dispersa en la Amazonía peruana"* está alineado con los principios y valores que promovemos en Sunass, y creo firmemente que su desarrollo contribuye significativamente a las familias beneficiadas. A lo largo de nuestra participación y observación, hemos constatado el compromiso y la dedicación de todos los involucrados, lo que esto me llena de confianza.

Atentamente,



Javier Noriega Murrieta
DNI 05357722

Anexo 9

Análisis estadístico de las encuestas realizadas a los participantes de las pasantías

Representantes de Instituciones	Número de Participantes	Nivel de satisfacción respecto al contenido de la pasantía			
		Muy satisfecho	Satisfecho	Poco satisfecho	Insatisfecho
Programa integral de agua y saneamiento rural (PIASAR)	2		2		
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - Dirección General de Políticas y Regulación	2	1	1		
SUNASS - ODS San Martín	4	3	1		
CENEPRED	3	2	1		
SENAMHI	3	2	1		
Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) – Amazonía rural	4	3	1		
Oficina Regional de Seguridad y Defensa Nacional (ORSDENA)	4	3	1		
Dirección Regional de Vivienda	3	3			
Universidad Católica Sedes Sapientiae	6	5	1		

SABAVIDA	4	4	
PUKUNI	4	4	
JASS – Municipalidad de Nueva Cajamarca	10	8	2
Total	49	38	11
Porcentaje (%)	100 %	77.60 %	22.40 %

Representantes de Instituciones	Número de Participantes	Nivel de satisfacción respecto al manejo técnico y didáctico adecuado por los expositores			
		Muy satisfecho	Satisfecho	Poco satisfecho	Insatisfecho
Programa integral de agua y saneamiento rural (PIASAR)	2	1	1		
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - Dirección General de Políticas y Regulación	2	1	1		
SUNASS - ODS San Martín	4	2	2		
CENEPRED	3	1	2		
SENAMHI	3	2	1		

Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) – Amazonía rural	4	2	2
Oficina Regional de Seguridad y Defensa Nacional (ORS DENA)	4	3	1
Dirección Regional de Vivienda	3	2	1
Universidad Católica Sedes Sapientiae	6	4	2
SABAVIDA	4	4	
PUKUNI	4	4	
JASS – Municipalidad de Nueva Cajamarca	10	8	2
Total	49	34	15
Porcentaje (%)	100 %	69.4 %	30.6 %

Representantes de Instituciones	Número de Participantes	Nivel de satisfacción respecto a la presentación de aplicativos informáticos			
		Muy satisfecho	Satisfecho	Poco satisfecho	Insatisfecho
Programa integral de agua y saneamiento rural (PIASAR)	2	2			
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - Dirección General de Políticas y Regulación	2	2			
SUNASS - ODS San Martín	4	3	1		
CENEPRED	3	3	1		
SENAMHI	3	2	1		
Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) – Amazonía rural	4	3	1		
Oficina Regional de Seguridad y Defensa Nacional (ORS DENA)	4	2	2		
Dirección Regional de Vivienda	3	2	1		
Universidad Católica Sedes Sapientiae	6	4	2		
SABAVIDA	4	4			

PUKUNI	4	4	
JASS – Municipalidad de Nueva Cajamarca	10	5	5
Total	49	36	14
Porcentaje (%)	100 %	73.5 %	28.6 %
