

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Propuesta de un programa de cosecha de agua frente a  
la escasez del recurso hídrico en la microcuenca  
Yanama, en el Distrito de Yauli, provincia de  
Yauli - La Oroya 2021**

Dayanna Guerrero Vilcapoma  
Carlos Gutarra Baldeón

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Continental por brindarnos una experiencia académica extraordinaria, a los docentes que formaron parte de nuestra formación académica, en especial a nuestro asesor Steve Dann Camargo Hinostroza por su apoyo, dedicación, entusiasmo, motivación y colaboración durante la realización de esta investigación.

A nuestros padres y familiares por su apoyo incondicional en el desarrollo de nuestra formación académica.

## DEDICATORIA

A mis padres Juan y Cecilia, a mi abuela Justina que fue parte de mi formación universitaria y mis hermanas Yesenia y Fiorella por brindarme su apoyo incondicional.

Dayanna Cecilia Guerrero Vilcapoma

A mis padres Felix y Martha por su apoyo incondicional y por el incentivo para persuadir con mi profesión y a mis abuelos Hugo y Rosa que desde el cielo son mi motivación para cumplir mis metas.

Carlos Hugo Gutarra Baldeon

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	2
DEDICATORIA.....	3
RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	11
1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	11
1.1.1. Problema General .....	13
1.1.2. Problemas Específicos.....	13
1.2. Objetivos.....	13
1.2.1. Objetivo general .....	13
1.2.2. Objetivos específicos.....	14
1.3. Justificación e importancia .....	14
1.3.1. Justificación Social.....	14
1.3.2. Justificación ambiental .....	14
1.3.3. Justificación económica.....	15
1.4. Hipótesis .....	15
1.5. Operacionalización de variables .....	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes de la investigación.....	18
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	18
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	22
2.1.3. Antecedentes regionales y locales .....	25
2.2. Bases teóricas.....	29
2.2.1. Cosecha de Agua .....	29
2.2.2. Ciclo del agua.....	33
2.2.3. Escasez de Agua.....	34
2.3. Definición de términos básicos.....	36
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	38
3.1. Método y alcance de la investigación .....	38
3.1.1. Método General.....	38
3.1.2. Tipo de investigación.....	38
3.1.3. Nivel de investigación.....	39

3.2.	Diseño de la investigación .....	39
3.3.	Población y muestra.....	40
3.4.	Técnicas de recolección de datos.....	40
3.4.1.	Técnicas e instrumentos.....	40
3.4.2.	Materiales .....	40
	Los materiales para la elaboración de las encuestas y charlas de sensibilización con la población del distrito de Yauli fueron:.....	40
3.4.3.	Procedimientos .....	41
3.4.3.1.	Etapa de pre-campo .....	41
3.4.3.2.	Etapa de campo.....	41
3.4.3.3.	Etapa de gabinete.....	42
	<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>44</b>
4.1.	Presentación de resultados .....	44
4.1.1.	Descripción de las características de la microcuenca.....	44
4.1.2.	Escasez de los recursos hídricos.....	51
4.1.3.	Áreas potencialmente favorables.....	57
4.1.4.	Oferta y demanda hídrica para la propuesta del programa de cosecha de agua en la microcuenca Yanama.....	61
4.1.5.	Contexto social .....	69
4.1.5.1.	Cosecha de agua como un conocimiento local .....	71
4.1.5.2.	Campaña de sensibilización en gestión y manejo de recursos hídricos.....	72
4.1.5.3.	Recuperación y mantenimiento de los suelos. ....	73
4.1.6.	Diseño del programa de cosecha de agua en la Microcuenca Yanama ....	75
4.1.6.1.	Tecnologías de cosecha de agua .....	75
4.1.6.2.	Descripción del funcionamiento y diseño de las Qochas, acequias y zanjas de infiltración .....	76
4.1.6.2.1.	Elaboración y diseño de las Qochas, acequias y zanjas de infiltración. 76	
4.1.6.3.	Diseño de reforestación.....	83
4.1.6.4.	Clausura de praderas.....	87
4.1.6.5.	Manejo de pastos naturales.....	87
4.2.	Discusión de resultados.....	89
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>92</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>93</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>99</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1.Tabla de Operacionalización de Variables. Elaboración Propia. ....	17
Tabla 2.Precipitaciones del Distrito de Yauli. Fuente SENAMHI Fuente: Elaboración Propia- Excel 2021. ....	55
Tabla 3.Tabla de Precipitaciones del distrito de Yauli. Fuente SENAMHI. ....	56
Tabla 4.Tabla de coeficiente de escorrentía. Fuente de elaboración propia. ....	61
Tabla 5.Tabla de cálculo de infiltración de agua. Fuente de elaboración propia. ....	65
Tabla 6.Balance de oferta hídrica para el Programa de Cosecha de agua en la Microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia. ....	67

## Índice de Gráficos

Gráfico 1.Precipitaciones en el distrito de Yauli. Fuente de elaboración propia. ....	55
Gráfico 2.Precipitaciones en la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia...	56
Gráfico 3.Cobertura Vegetal sin Vegetación. Fuente de elaboración propia. ....	62
Gráfico 4.Cobertura Vegetal con Cultivos. Fuente de elaboración propia. ....	63
Gráfico 5.Cobertura Vegetal con Pastos de Vegetación Ligera. Fuente de elaboración propia. ....	63
Gráfico 6.Cobertura Vegetal con Hierba y Grama. Fuente de elaboración propia. ....	64
Gráfico 7.Cobertura Vegetal con Bosques y Densa vegetación. Fuente de elaboración propia. ....	65
Gráfico 8.Volumen de escorrentía en m <sup>3</sup> /mes. Fuente de elaboración propia. ....	66
Gráfico 9.Brecha oferta-demanda sin el Programa de cosecha de agua. Fuente de elaboración propia. ....	67
Gráfico 10.Brecha oferta-demanda con el Programa de cosecha de agua. Fuente de elaboración propia. ....	68

## Índice de Figuras

Figura 1.Mapa de ríos, lagos y lagunas del distrito de Yauli. Fuente de elaboración propia. ....	45
Figura 2.Mapa hidrológico de la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.	46
Figura 3.Mapa de humedal de la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.	46
Figura 4.Estancias de la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia. ....	47
Figura 5.Zonas de pastoreo en la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.	47
Figura 6.Camélidos en la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia. ....	48
Figura 7.Mapa de cobertura vegetal en la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia. ....	49
Figura 8.Cobertura vegetal. Fuente de elaboración propia. ....	50
Figura 9.Pastos de la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia. ....	50
Figura 10.Mapa de impactos por el cambio climático en el Perú. Fuente: Minería y Responsabilidad Social. ....	52
Figura 11.Mapa de Monitoreo de sequias en Perú. Fuente SENAMHI. ....	53
Figura 12.Vista satelital de la ubicación del Programa y la comunidad beneficiaria. Fuente Google Earth. ....	58

Figura 13. Ubicación de BMs de área de reforestación, zanjas de infiltración y dique de represamiento. Fuente Google Earth. ....	59
Figura 14. Áreas potencialmente favorables para desarrollar el programa Cosecha de agua en la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia. ....	60
Figura 15. Ubicación de las áreas de reforestación, zanjas de infiltración, Qochas y cercos perimétricos. Fuente Elaboración propia. ....	60
Figura 16. Áreas potencialmente favorables para desarrollar el programa Cosecha de agua en la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia. ....	61
Figura 17. Mapa de centros poblados del distrito de Yauli. Fuente de elaboración propia. ....	69
Figura 18. Mapa de centros de salud del distrito de Yauli. Fuente de elaboración propia. ....	70
Figura 19. Acceso a la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia. ....	71
Figura 20. Sistematización de Zanjas Imbricas. Fuente de elaboración propia. ....	78
Figura 21. Sistematización de Zanjas Imbricas. Fuente de elaboración propia. ....	79
Figura 22. Corte transversal de las zanjas de infiltración. Fuente de elaboración propia. ....	79
Figura 23. Diseño de acequias colectoras. Fuente FONCODES Siembra y cosecha de Agua. Disponible en <a href="https://www.iproga.org.pe/descarga/guia_s_cosecha.pdf">https://www.iproga.org.pe/descarga/guia_s_cosecha.pdf</a> ’ .....	80
Figura 24. Diseño del aliviadero y de la acequia excedente. Fuente FONCODES Siembra y cosecha de Agua. Disponible en <a href="https://www.iproga.org.pe/descarga/guia_s_cosecha.pdf">https://www.iproga.org.pe/descarga/guia_s_cosecha.pdf</a> ’ .....	81
Figura 25. Diseño de Qochas. Fuente de elaboración propia. ....	82
Figura 26. Zona de alrededores de la Microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia. ....	83
Figura 27. Zona de reforestación y forestación. Fuente de elaboración propia. ....	84
Figura 28. Diseño de la forestación en forma rectangular. Fuente de Elaboración Propia. ....	84
Figura 29. Diseño de la forestación de manera triangular. Fuente de Elaboración Propia. ....	85
Figura 30. Diseño de la forestación en forma lineal Camellón. Fuente de Elaboración Propia. ....	86
Figura 31. Funcionamiento de la reforestación. Fuente FONCODES Siembra y cosecha de Agua. Disponible en <a href="https://www.iproga.org.pe/descarga/guia_s_cosecha.pdf">https://www.iproga.org.pe/descarga/guia_s_cosecha.pdf</a> ’ .....	86
Figura 32. Manejo de Pastos Naturales y clausura de praderas. Fuente de FONCODES Siembra y cosecha de Agua. Disponible en <a href="https://www.iproga.org.pe/descarga/guia_s_cosecha.pdf">https://www.iproga.org.pe/descarga/guia_s_cosecha.pdf</a> ’ .....	88



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación lleva por título “PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE COSECHA DE AGUA FRENTE A LA ESCASEZ DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICROCUENCA YANAMA EN LA PROVINCIA DE YAULI – LA OROYA 2021”. Es de gran preocupación mundial, la escasez de los recursos hídricos que enfrenta nuestro planeta y por ende nuestro país.

En la provincia de Yauli, la escasez del recurso hídrico es un problema constante, puesto que limita las actividades de la comunidad, por ello, el objetivo de la presente investigación fue diseñar un programa de cosecha de agua frente a la escasez del recurso hídrico en la Microcuenca Yanama.

El método general empleado fue el descriptivo, porque se describieron las características y los procesos de la cosecha de agua; el tipo de investigación utilizado fue el aplicado; el nivel de investigación fue el explicativo y en las técnicas de recolección de datos se emplearon encuestas, check list y entrevistas.

En los resultados de la presente investigación se detalla la descripción de las características de la Microcuenca Yanama, la escasez de los recursos hídricos, las áreas potencialmente favorables para el programa de cosecha de agua, la oferta y demanda hídrica para el programa de cosecha de agua, el contexto social y finalmente el diseño del programa de cosecha de agua.

Palabras claves: recursos hídricos, cosecha de agua, escasez, gestión de recursos hídricos.

## ABSTRACT

The present research work is entitled "PROPOSAL FOR A WATER HARVESTING PROGRAM IN THE FACE OF THE SHORTAGE OF WATER RESOURCE IN THE YANAMA MICROWATER IN THE PROVINCE OF YAULI - LA OROYA 2021". The scarcity of water resources facing our planet and therefore our country is of great global concern.

In the province of Yauli, the scarcity of water resources is a constant problem, since it limits the activities of the community, therefore, the objective of this research was to design a water harvesting program in the face of the scarcity of water resources in the Yanama watershed.

The general method used was descriptive, because the characteristics and processes of water harvesting were described; the type of research used was applied; The research level was explanatory and the data collection techniques used the finds, check lists and interviews.

The results of this research detail the description of the characteristics of the Yanama Micro-basin, the scarcity of water resources, the potentially favorable areas for the water harvesting program, the water supply and demand for the water harvesting program, the social context and finally the design of the water harvesting program.

Keywords: water resources, water harvesting, scarcity, management of water resources.

## INTRODUCCIÓN

La escasez de los recursos hídricos, es un problema a nivel mundial debido al cambio climático y al incremento de gases de efecto invernadero que ocasionan el aumento de la temperatura del planeta y sus variaciones en los fenómenos naturales como son en las precipitaciones. Frente a ello se buscaron nuevas técnicas y programas de gestión en recursos hídricos, entre ellas encontramos el programa de cosecha de agua.

El presente trabajo de investigación, hace referencia a la propuesta de un programa de cosecha de agua frente a la escasez de recursos hídricos en la Microcuenca Yanama, ubicada en la Provincia de la Oroya en el año 2021.

El problema que promueve el desarrollo de la presente investigación es la baja disponibilidad de recursos hídricos por periodos extensos. Frente a este problema, nuestro proyecto de solución para mejorar la gestión de recursos hídricos, es elaborar una propuesta de un programa de cosecha de agua frente a la escasez del recurso hídrico en épocas de estiaje, por ello en la investigación se respondió a la pregunta: ¿Cuáles son las características de la Microcuenca Yanama en el distrito de Yauli - La Oroya 2021?

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es diseñar un programa de cosecha de agua frente a la escasez del recurso hídrico en la Microcuenca Yanama en el distrito de Yauli - La Oroya 2021.

El contenido de la presente investigación se distribuyó en cuatro capítulos principales, de la siguiente manera:

- El Capítulo I, comprende el planteamiento del problema, formulación y objetivos.
- El Capítulo II, expone los antecedentes internacionales, nacionales y locales de la investigación y sus respectivas bases teóricas.
- El capítulo III, abarca la metodología empleada durante la investigación.
- El Capítulo IV, comprende los resultados, conclusiones y discusión.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

La cosecha de agua o también llamada recolección de agua tiene por definición la captación del recurso hídrico mediante la escorrentía superficial y las precipitaciones (1) para su posterior uso en épocas de sequías y/o actividades antrópicas.

El cambio climático y la alteración en el ciclo del agua son consecuencias del aumento de temperatura del planeta, asimismo, por el aumento excesivo de los gases de efecto invernadero, todo lo mencionado, ha provocado un cambio en el comportamiento de las precipitaciones, lo que ocasionó la escasa disponibilidad del recurso hídrico a nivel mundial (1).

La escasez de agua está vinculada directamente con el incremento acelerado de los gases de efecto invernadero que responde a las actividades antrópicas y a las condiciones de vida de la sociedad humana, por consiguiente, se viene alterando el comportamiento de los ecosistemas naturales (2), por estas razones se han creado medidas como la Ley Marco sobre el Cambio Climático y la Convención Marco de las Naciones Unidas, las cuales abordan el cambio climático (3), donde el Perú asumió compromisos ambientales a nivel internacional que guardan relación con el cambio climático, con la finalidad de implementar acciones para mitigación, adaptación y paralelamente los cambios en la gestión de recursos hídricos.

En Latinoamérica, Nicaragua, por su ubicación y sus características geográficas, es afectada por diversos fenómenos hidrometeorológicos, siendo el de mayor frecuencia las sequías, estas se presentan por períodos prolongados, además están altamente relacionados con la aparición del “Fenómeno el Niño”. El cambio climático y los gases de efecto invernadero se manifiestan en la circulación atmosférica y uno de los efectos que trae consigo es la sequía, la cual perjudica al aspecto doméstico, animales mayores y la agricultura, esta última es de gran importancia debido a que su economía depende principalmente de esta actividad (4).

El Perú, actualmente en las condiciones hidrográficas cuenta con la presencia de la Cordillera de los Andes, que compone un total de 159 cuencas, dichas cuencas se ven afectadas por los fenómenos hidrometeorológicos a razón de que las

temperaturas siguen en aumento en regiones alto andinas y selva norte, por esta razón se producen crecientes desbalances hídricos y otros fenómenos que afectan a las actividades económicas del país, en este sentido, la recarga hídrica y el programa de cosecha de agua son medidas que en la actualidad están cobrando mayor significancia debido a que existe la relevancia considerando además la variabilidad climática.

En relación con lo mencionado, el Perú cuenta con el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (SNGRH) encargado de las normas, principios, procedimientos y técnicas por medio de las cuales el estado peruano, asegura la gestión integrada, participativa y multisectorial del aprovechamiento sostenible, la conservación, la preservación de la calidad y el incremento de los recursos hídricos (5), por ello se estableció diferentes normativas como: la Ley de Recursos Hídricos, el Plan Nacional de Recursos Hídricos, la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, la Política Nacional del Ambiente y los Lineamientos de Política y Estrategia Nacional de Riego 2015-2025, y la Ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos, que tienen la finalidad de impulsar técnicas e instrumentos que contribuyan a la recarga hídrica en las cabeceras de las cuencas y microcuencas e incrementar la disponibilidad de agua en el marco de una gestión integral de recursos hídricos (6).

En el departamento de Puno, los pobladores de la comunidad de Vilca Maquera, extraen el agua de fuentes subterráneas y manantiales, sin embargo, no cubre con la demanda actual para el consumo humano y para realizar las actividades antrópicas propias de la zona, además otro factor es la política adecuada para la gestión y el uso de agua potable. La deforestación de las cuencas hidrográficas tiene un papel muy importante, debido a que afecta principalmente a las cuencas altas y medias, a ello se suma la escasa precipitación en cada cuenca lo cual empeora la disponibilidad del recurso hídrico superficial y subterráneo (7), por estas razones la comunidad de Vilca Maquera se ve en la búsqueda constante de la recuperación del recurso hídrico producido por las precipitaciones pluviales, por ello una solución viable para los problemas mencionados es el programa de Cosecha de agua.

La problemática que aqueja al distrito de Yauli es que, al pertenecer a una provincia ubicada cerca a grandes empresas mineras como: Chinalco, Volcan, Argentum entre otras, se ve afectada por los impactos ambientales los cuales traen consecuencias negativas en los recursos naturales, que se ve evidenciado en los

resultados de monitoreo en la calidad de agua del río Yauli, que supera los parámetros del ECA, agua para categoría 3 así también se ve alterado por la presencia de manganeso, potencial de hidrogeno (Ph), sulfatos, hierro, plomo(8), los cuales perjudican a los pobladores, ya que se ven afectados por la escasez del recurso hídrico, y ello se ve reflejado en la disponibilidad de agua que se utiliza para el riego en las zonas agrícolas, cultivos y pastizales en tiempo de estiaje.

La microcuenca Yanama, está compuesta de pajonal andino y especies nativas, asimismo, presenta en su hidrología pequeños nacientes y un humedal principal el cual origina el riachuelo de Yanama que tiene una longitud de 3,014 metros hasta la desembocadura en el río Yauli, además, se desarrolla la actividad de pastoreo de ganado vacuno y camélido alrededor de la microcuenca. Durante el año existen meses donde se presenta la ausencia de precipitaciones, por lo tanto, el caudal disminuye gravemente en la Microcuenca Yanama, lo que ocasiona la baja disponibilidad de recursos hídricos por periodos extensos, por esta razón, la finalidad del presente trabajo de investigación, es elaborar una propuesta de programa cosecha de agua frente a la escasez del recurso hídrico en épocas de estiaje.

#### 1.1.1. Problema General

¿Cuáles son las características del diseño de un programa de cosecha de agua frente a la escasez del recurso hídrico en la microcuenca Yanama - La Oroya 2021?

#### 1.1.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las características de la microcuenca Yanama en el distrito de Yauli - La Oroya 2021?
- ¿Cuáles son las causas de la escasez de recursos hídricos en la microcuenca Yanama - La Oroya 2021?
- ¿Cuáles son las áreas potenciales para la cosecha de agua en la microcuenca Yanama - La Oroya 2021?
- ¿Cuál es el contexto social en la microcuenca Yanama - La Oroya 2021?

### 1.2. Objetivos

#### 1.2.1. Objetivo general

Diseñar un programa de cosecha de agua frente a la escasez del recurso hídrico en la microcuenca Yanama en el distrito de Yauli - La Oroya 2021.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Describir las características de la microcuenca de Yanama en el distrito de Yauli - La Oroya 2021.
- Identificar las causas de la escasez de recursos hídricos en la Microcuenca Yanama - La Oroya 2021.
- Identificar y caracterizar las áreas potencialmente favorables para la cosecha de agua en la Microcuenca Yanama.
- Determinar la oferta y demanda hídrica en la Microcuenca Yanama.
- Describir el contexto social en la Microcuenca Yanama.

### 1.3. Justificación e importancia

#### 1.3.1. Justificación Social

La aplicación del programa de cosecha de agua, representa una alternativa accesible para la población rural aledaña a la microcuenca Yanama, debido a que la población podría realizar sus actividades sin tener la preocupación de escasez de recursos hídricos, asimismo el presente trabajo de investigación aporta al Objetivo de Desarrollo sostenible número 6: agua limpia y saneamiento, ya que alrededor del mundo existen millones de personas que carecen de los recursos hídricos principalmente en zonas rurales, lo que limita a realizar las actividades antrópicas, por ello el presente trabajo aporta a cumplir las metas del objetivo número 6 que son: aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos, asegurar la sostenibilidad a lo largo del tiempo del abastecimiento de agua con el fin de hacer frente a su escasez y reducir significativamente el número de personas que sufren debido a la falta de agua, además, implementar una adecuada gestión integrada de los recursos hídricos en todos sus niveles y por último proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua (9).

#### 1.3.2. Justificación ambiental

El cambio climático, así como el aumento de gases de efecto invernadero están afectando a todos los países del mundo debido a que se alteran los fenómenos naturales, como temporadas prolongadas donde no existe presencia de lluvias, granizo o heladas lo que perjudica la disponibilidad de agua. Por lo ya mencionado, se hace el reconocimiento de métodos científicos y estrategias

para una mejor gestión de recursos hídricos, aprovechando del fenómeno natural de las precipitaciones, tomando en consideración, el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 13: acción por el clima, donde indica que es necesario tomar medidas urgentes para abordar los cambios climáticos.

El presente trabajo busca mitigar los efectos del cambio climático con la implementación de la Cosecha de Agua en la microcuenca Yanama, así como en las nacientes lagunas y en los alrededores, ya que, va a contribuir a la retención de agua en épocas de sequía lo que mantendrá a los ecosistemas de las cuencas, todo esto con la implementación de diques y zanjas de infiltración. Realizando estas actividades, se podrá abastecer de riego en épocas donde se necesita mayor demanda de agua para las actividades antrópicas propias del lugar, asimismo se aportará al eje 5 de los lineamientos Política Nacional que es reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas hídricos fomentando la investigación científica.

#### 1.3.3. Justificación económica

Según la ley 30989 que declara de Interés Nacional de la Siembra y Cosecha de Agua en las cuencas altas y medias (6), se tomó la iniciativa de gestionar este trabajo de investigación en la microcuenca Yanama debido a que en esta zona es de escasos recursos económicos, por lo que el presente trabajo de investigación aporta a la disponibilidad de recursos hídricos durante todo el año, lo que representaría un beneficio a nivel económico en razón de que se limitaría la compra del agua para las actividades antrópicas y actividades económicas propias del lugar.

#### 1.4. Hipótesis

La hipótesis es el eslabón que existe entre la teoría y la investigación que conduce al descubrimiento de nuevos hechos, en tal sentido puede ser desarrollada desde distintos enfoques en los que se pueden obtener resultados específicos dependiendo de la investigación (10).

Existen autores que sustentan que los trabajos de investigación no deben llevar hipótesis porque existen diferentes tipos de limitaciones sea por tiempo o recursos, sin embargo, coexisten suficientes elementos dentro de la



investigación que debemos considerar para darle fuerza y sentido a la selección y respuesta al problema (11).

Por lo sustentado, el presente trabajo de investigación no presenta hipótesis debido a que es de carácter descriptivo, puesto que el nivel de investigación es explicativo, es decir, que sirve para intentar predecir un valor pronosticado y/o ya conocido (12).

## 1.5. Operacionalización de variables

Tabla 1. Tabla de Operacionalización de Variables. Elaboración Propia.

Tipo de variable		Dimensiones	Definición Conceptual	Unidad medida
<b>Variable 1</b>	Cosecha de Agua	Captación de recurso hídrico	Almacenamiento de agua mediante precipitaciones con la finalidad de captar la mayor cantidad de agua posible.	m <sup>3</sup>
		Diques	Se encuentran ubicados en la parte alta de las cuencas, captan y almacenan agua proveniente de precipitaciones mediante infiltración beneficiando a la recarga de recursos hídricos.	m <sup>3</sup>
		Zanjas de infiltración	Son excavaciones que tienen forma de canales, puede ser rectangular como trapezoide, construidas a curvas de nivel con la finalidad de retener agua de precipitaciones y almacenar agua.	unidad
<b>Variable 2</b>	Escasez de recurso hídrico	Precipitaciones	Fenómeno meteorológico que abarca la lluvia, llovizna, nieve, aguanieve y el granizo.	m <sup>3</sup>
		Cambio Climático	El cambio climático altera de manera significativa la frecuencia de los grandes fenómenos meteorológicos como: huracanes, temporales, tormentas de hielo, olas de calor y sequías.	m <sup>3</sup>
		Uso descontrolado de Agua	Consumo desmedido de recursos hídricos en las actividades antrópicas lo que ocasiona su escasez.	m <sup>3</sup>

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según el autor Oscar Daniel Silva Paredes, en su Trabajo de Investigación Titulada “Determinación de sitios para la cosecha de agua que permitan cubrir el déficit hídrico de la producción agrícola familiar de la sub cuenca media del río viejo, Nicaragua”, sostiene que, la metodología de la cosecha de agua para la adecuación de la producción agrícola al calentamiento global y a la transformación de sistemas agropecuarios, dio información sobre el estado de la sub cuenca en relación a su vulnerabilidad de sequía, por lo cual se tuvo como objetivo principal “definir los lugares de captación y almacenamiento de la esorrentía, producto de las lluvias para cubrir el déficit hídrico de los productos de la sub cuenca del río viejo” y se obtuvo los siguientes resultados: 4 regiones con mayor captación de agua por la ubicación estratégica que obtuvieron, lo que benefició a los pobladores con riego para sus productos, esto mejoró la economía de dichos pobladores, lo cual conduce a una mejor calidad de vida. Esta información nos sirve para implantar en la presente tesis, lugares estratégicos para la captación de agua en época de lluvias y luego la utilización en épocas de estiaje(4).

Según Ronnie Torres Hugues, en su Artículo Científico Titulado “La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente”, menciona que se utiliza la captación del agua de lluvia como instrumento de obtención de agua para uso humano y otras actividades que se presenta desde tiempos remotos. En distintas partes del mundo, se han aportado soluciones para el problema del abastecimiento de agua como principal recurso. Como prueba de lo anterior se evidencia ejemplos representativos que se suscitó a nivel mundial y para ser precisos en Cuba y Belice donde se utilizaba un sistema de depósitos, canales y diques para almacenar el agua de lluvia, con el fin de utilizar en épocas secas. En Campeche, los habitantes precolombinos de esta ciudad elaboraron un canal de 50 m de ancho y 1m de profundidad para captar mayor capacidad del recurso hídrico para consumo humano y sus cultivos, dicha información refuerza nuestra tesis, porque se utilizará diques para almacenar agua que será

utilizada para el riego de los cultivos de la zona en las épocas de estiaje y también para el consumo del ganado de los pobladores(13).

Según Natalia Endara Gonzales, quien sustenta en su trabajo de investigación titulada: “Efectos del proyecto Cosechas de Agua en el Corredor Seco en medios de vida sostenibles de pequeños productores en Crucita de Oriente, Honduras” que, Honduras es uno de los países más afectado por su vulnerabilidad a la variación y al cambio climático. El proyecto Cosechas de Agua en el Corredor Seco fue creado por INVESTHonduras con fondos nacionales en respuesta a la emergencia por la sequía del 2015. El proyecto construyó un sistema de cosecha integral de agua al grupo Crucita de Oriente en Jesús de Otoro, Intibucá con una capacidad de 75,000 m<sup>3</sup>. El estudio analizó “el efecto directo del proyecto en las fuentes de vida sostenibles de los pobladores beneficiados por la cosechadora de agua y de un sistema de riego”. La metodología incluyó una encuesta, observaciones en campo, entrevistas a informantes clave y grupo focal. La encuesta se construyó a partir de una matriz que estimó porcentajes de contribución de diferentes indicadores para cada capital. Antes del proyecto, las familias enfrentaron inseguridad alimentaria, pobreza y falta de ingreso por falta de empleo y sequía. En el corto plazo de 2 años se concluye un efecto positivo en los cinco capitales analizados: natural, físico, humano, social y financiero. Las estrategias de medios de vida antes del proyecto fueron de trabajo en fincas de otras comunidades y migración. Se recomienda un acompañamiento adicional al grupo en aspectos de producción, transformación y comercialización de la producción agrícola generada como resultado de la cosecha de agua. Asimismo, formar un grupo técnico de apoyo al grupo para asegurar sostenibilidad de los efectos alcanzados y de la gestión ambiental local de la zona productora de agua(14).

Según MORRIS, Hubert MORALES, David y RODRÍGUEZ, Rigoberto, en su artículo científico “Compendio con información de las opciones técnicas de cosecha de agua aplicables a nuestros medios” menciona lo siguiente: en Costa Rica, diversas regiones muestran escasez hídrica en diversas partes del año en lo que refiere a precipitaciones. Este suceso es adecuado para determinar las posibles soluciones y así reemplazar el déficit hídrico con diferentes opciones, como la cosecha de agua de lluvia. Por tal motivo este artículo es

producto de una de las consultorías realizadas, en el cual se incluyó diversos métodos de cosecha de agua que son propicias para este medio. También se incluyó diversas opciones que vienen desarrollando en diversas latitudes que difieren a las nuestras, como son África y Asia. Para lo cual se toma en consideración dichos aportes como alternativa a las que se desarrollan en nuestra localidad. Con esta investigación se busca una herramienta que sirva para darle valor a los aspectos positivos y su implementación en esta región, teniendo en cuenta aspectos como precipitaciones, topografía, recursos humanos, muestra de suelos, equipos (animales o maquinarias), materiales (geomembrana o plástico)”. En Costa Rica la cosecha de agua no es un plan que se está impulsando con fuerza, pero el Ministerio de Agricultura y ganadería tiene como prioridad el fomento la agricultura sostenible, con ayuda de SENARA y la Universidad Nacional, hicieron el estudio de factibilidad metódica y económica para opciones de manejo de cosecha de agua y uso de métodos de regadío en la productividad agrícola para implantar técnicas de cosecha de agua de lluvia en el país y en sus resultados manifiesta que el proceso de recolección de aguas y reutilización de las mismas son de manera natural, por lo cual implica que estos proyectos de captación de agua no tienen un impacto negativo en el ambiente(15).

Según Gabriela Castillo, en su investigación científica “captación y uso del agua de lluvia, reproducción de plantas medicinales y servicios comunitarios en Purulhá y Rabinal, Baja Verapaz” menciona que se elaboró un diagnóstico con el que se pretendió investigar y conocer aspectos sociales, culturales, históricos, económicos y agrícolas, presentes en la comunidad El Jute I, Purulhá, Baja Verapaz, a través de los cuales se identificaron y priorizaron los problemas que les afecta. Los servicios prestados a través de la organización Vecinos Mundiales en el proyecto Polochic fueron: seguimiento de proyectos realizados en las comunidades de Purulhá y Rabinal, Baja Verapaz, construcción de pozos de almacenamiento de agua de lluvia y de un vivero con plantas medicinales y apoyo institucional. La organización Vecinos Mundiales, solicitó una investigación en las comunidades de Eben Ezer y El Jute I, a causa de que estas no poseen un método de distribución de agua potable, por lo que los ciudadanos de El Jute I deben caminar a un nacimiento que se encuentra a 2 Km. de

distancia; y los de la comunidad Eben Ezer, poseen un nacimiento X de agua ubicado a 1 Km. de la escuela, el cual no es suficiente para abastecerlos debido a la alta densidad poblacional, por lo que tienen que caminar 3 Km. montaña arriba, al mismo nacimiento de donde se abastecen los de la comunidad El Jute I; como resultado a este problema, se han visto en la necesidad de cosechar agua de lluvia y captarla en pozos artesanales para el consumo humano y agrícola ahorrando tiempo y desgaste físico por el acarreo del agua. Este trabajo consideró necesario determinar un método que sea eficaz y económico para purificar el agua y contribuir a la disminución de las enfermedades gastrointestinales y obtener productos agrícolas de calidad(16).

Según Mercedes Patiño, en su investigación científica titulada “Sistematización del proyecto cultivo y cosecha de agua de lluvia de mujeres Tierra Nueva, comunidad de Guantugloma, parroquia de La Merced, Cantón Quito” menciona que este sistema intenta rescatar la costumbre llamada “Cultivo y cosecha de agua” realizada por el equipo de damas denominado “Tierra Nueva” en la Comunidad de Guantuglona, de la parroquia de La Merced. Dicho plan se realizó con la finalidad de “captar más agua para poder regar sus productos a lo largo de los años 2009 - 2013”. Se dio un periodo con situaciones favorables para que el proyecto tenga un desarrollo propicio, esto por la nueva etapa política de Emergencia en el país de Ecuador. El proyecto de “Cultivo y cosecha de agua de lluvia” se realiza por la disposición e intervención del colectivo de mujeres al no contar con este recurso para su uso en la agricultura, porque no tienen sistemas o canales de riego, los habitantes tienen la urgencia de renunciar a sus terrenos o realizar siembras en menor escala o solo dos cosechas al año, esto trae como consecuencia que no tengan muchos ingresos económicos. Por tal motivo la cosecha de agua de lluvia tiene como resultado el incremento de los sembríos, que trae como beneficio, mejorar la calidad de vida, minimizar las enfermedades comunes, consolidar mayor capacidad de producción agrícola, también se está optando por la elaboración de reservorios de agua en partes estratégicas para la cosecha de agua de lluvia y tanques que sirvan como reservorios para el almacenamiento del suministro y su consumo humano(17).

Según PNUD, en su guía práctica campesina titulada “Cosecha de agua de lluvia para enfrentar la escasez de agua en áreas de secano”, menciona que el reducido grupo de productores agrícolas, han experimentado en el día a día la problemática que viene perjudicándolos en sus cosechas, como es la sequía, un factor que viene arrastrándose hace años y que tiene repercusiones en todo el país. Se tiene en conocimiento que se está dando el cambio climático en todo el mundo y se tiene previsto que en el futuro se darán temperaturas más altas y habrá escasez de agua, esto no quiere decir que pueda acontecer eventos extremos, como son intensas precipitaciones e inundaciones, que traen como consecuencias desbordes de ríos. Ante estos hechos los pobladores y campesinos sienten la preocupación a ver la disminución y variación de las vertientes en las épocas de verano y sus afluentes reducen su caudal o en su trayecto se pierda el agua. Por tal motivo diversas comunidades se sienten en la necesidad de abastecerse de camiones aljibe que provee el municipio para abastecer de agua en las épocas de verano. Por otra parte, la producción sin el recurso hídrico no basta para los cultivos, trayendo como consecuencia el estrés y baja producción, esto también sucede con los animales que se ven afectados en su peso, ya que no cuentan con praderas naturales y no tienen el consumo adecuado de agua. Por tal motivo se presenta esta guía adecuada para la agricultura familiar y campesina, donde se precisa diferentes técnicas con el fin de cosechar y acumular agua de lluvia, componente esencial que desciende en las épocas de invierno y que en gran parte se pierde por que discurre a las quebradas y ríos, así también se menciona cómo aprovecharlas en la agricultura, en la irrigación de hortalizas, en un invernadero y así tener una mayor producción y abastecimiento para todo el año, con el objetivo de poder vender los excedentes y mejorar su economía(18).

#### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según Limaylla Baldeón Román Juan, en su tesis titulada “Cosecha de agua con fines agrícolas y forestales en el pueblo de Otec, distrito de Ihuari, provincia de Huaral, región Lima - Perú”, menciona que, la elaboración de zanjas de infiltración, la colocación de plantas nativas y la implementación del embalse, es responsabilidad de la autoridad local y distrital, estas obras tienen como objetivo mejorar la forma de vida de los ciudadanos haciendo referencia a una mejor calidad de agua para sus diversos usos. El mencionado proyecto se ejecutará

en la parte alta de la microcuenca para una mayor captación de agua de una manera sostenible. La cual traerá beneficios a la población generando un impacto positivo en el medio ambiente teniendo como resultado un microclima que será a favor de la fauna silvestre(19).

Según la Revista Agrícola LEISA, que lleva por título “El agua en la agricultura familiar campesina”, menciona que la cosecha de agua sirve para la captación y almacenamiento de las aguas de lluvia, que tiene como finalidad captar un mayor volumen de agua, con lo que se logra su conservación para su posterior uso, ya sea doméstico o agrícola, estas traen beneficios en el ámbito social, ambiental y económico, por lo que se considera un método versátil debido a que tiene una variación de métodos y diferentes usos y pueden ser captadas de diversas maneras, en tanques para domicilios, en canales para mejorar la cobertura vegetal o praderas de la zonas andinas. Dichas formas mejoran las condiciones hídricas del lugar donde se quiere realizar la cosecha de agua, la cual es un beneficio para los agricultores que ven como un método práctico para sus cosechas en épocas de estiaje(20).

Según Gerardo Damonte, Andrea Cabrera y Fabio Miranda, en su informe final titulado “Problemas vinculados al cambio y variabilidad climáticos y modelos ejemplares de adaptación por regiones en el Perú”, menciona que el objetivo de la investigación es “poder estar preparados para una óptima adecuación a las consecuencias del cambio climático con respecto a las fuentes de agua con las que se cuenta en el Perú”. SCALL (Sistema de captación de agua de lluvia), es un ejemplo hidrológico que se trabaja a largo plazo y que tiene como objetivo la crianza del agua que toma en consideración las costumbres y tradiciones locales. Se opta por este modelo ante una necesidad de la falta de agua el cual es un sistema de crianza de agua y se le conoce como “qucha chapay” (apresando lagunas temporales), “qucha ruway” (haciendo nuevas lagunas), y “puquio waqaychay” (criando puquios). En este sistema, el agua de lluvia funciona como una semilla la cual servirá para acrecentar las praderas, estas aguas, se almacenarán en las quebradas, las cuales tendrán como función proteger a la población contra los deslizamientos por las fuertes precipitaciones, para tal fin se implementan diques, los cuales se construyen con barro y piedras, también sirve como un vaso natural que tiene como función el almacenamiento y captación de



las aguas de lluvia las cuales servirán para recargar los acuíferos y ser utilizadas en las épocas de estiaje. Otro factor a resaltar es la protección de los ojos de agua con la forestación con plantas nativas captadoras de agua(21).

Según FONCODES en su programa titulado “Siembra y cosecha del agua”, menciona que, el incremento de la población y la intensa actividad agrícola generan un mayor volumen de agua que produce menor recarga de la capa freática, este fenómeno acumula agua en las cuencas a esto se le suma el inminente cambio climático, que se evidencia en la Sierra con la disminución de las precipitaciones, la desaparición de los nevados y el aumento de las temperaturas las que se muestran en la carencia de agua y en su demanda (22).

Según MINAGRI en su libro titulado “Rumbo a un programa nacional de siembra y cosecha de agua: aportes y reflexiones desde la práctica”, menciona en sus precedentes que se realizó proyectos de siembra y cosecha de agua en nuestro País, se realizaron diversas experiencias locales que se ejecutaron con ayuda de distintas ONGs y con los medios de la fundación. Por lo tanto, se destacan los diseños elaborados en Puno y Arequipa por DESCO (Centro de estudios y promoción del desarrollo), en la ciudad del Cuzco; CCAIJO (Asociación Jesús obrero); por el “Centro Guamán Poma de Ayala”, en la ciudad de Ayacucho; por ABA (Asociación Bartolomé Aripaylla) en la ciudad de Cajamarca; por “CEPEDAS Norte y el Instituto Cuencas”, en la ciudad de Junín; por “CARE PERU”. También se toma en consideración las que realizó en la ciudad de Lima, en las vertientes de los ríos Chillón y Rímac, por el equipo de GWP (Global Water Partnerhsip), “AQUAFONDO”, CONDESAN (Consortio para el desarrollo sostenible de la ecorregión andina) y TNC (The Nature Conservancy). Estos son algunos ejemplos de los diferentes actos de esfuerzo que se vienen desarrollando en nuestro territorio, así también, se tiene en conocimiento que se vienen desarrollando otros proyectos los cuales están teniendo gratificantes resultados para el bien de la población. Lo que demuestra que, si las comunidades y las organizaciones trabajan en manera conjunta pueden traer el desarrollo social y para estos casos una mejor demanda hídrica. Este trabajo lo vemos reflejado en los planes de “Siembra y cosecha de agua” que vienen implementando los municipios y gobiernos locales, la cual se viene acrecentando en el interior del país como una opción de solución frente a la escases del agua en las temporadas

de estiaje, donde se aprovechan las lluvias y se almacenan, para luego poder regar sus cultivos y tener mayor demanda de producción, estas acciones nos muestra que un trabajo mancomunado entre población y los gobiernos locales conlleva al desarrollo sostenible es una localidad (23).

### 2.1.3. Antecedentes regionales y locales

Según Moisés Chino, en su investigación científica titulada “Evaluación y propuesta de diseño de captación de agua de lluvia en viviendas rurales de la comunidad Vilca Maquera - Pilcuyo”, menciona que este proyecto servirá de mucha utilidad y se origina por la falta de los recursos hídricos que afronta nuestro planeta y por ende en nuestro Perú, para este caso, especificó la localidad de Vilca Maquera – Pilcuyo. La cosecha de agua es una opción sustentable donde se es difícil abastecer el recurso hídrico, para lo que se toma como objetivo principal “la plantación de especies nativas que servirán como captadores y acumuladores de agua”, luego estas aguas serán “cosechadas” por medio de canales y reservorios, las que luego serán utilizadas para la acumulación del agua de lluvia y esto también se hace factible por los manantiales cercanos. Luego con el apoyo de la tecnología se abastece de riego en zonas donde antes no se podía sembrar por falta de agua, esto trae un beneficio económico en los pobladores en virtud que pueden aumentar sus sembríos y cosechar dos veces por año, las cuales no solo son para comercio sino también para su autoconsumo, lo que genera que se abastezcan de alimentos para todas las temporadas del año. Por otra parte, se obtuvieron datos meteorológicos y la parte metódica del aspecto técnico efectuando un realce en el boceto del método de captación de agua de lluvia(7).

Según Víctor Butinza – PACC PERÚ, en su proyecto titulado “Siembra y cosecha de agua en la microcuenca Huacrahuacho”, que se realizó en el departamento del Cuzco, con la promotora PAAC PERÚ, aporta que esta práctica nace ante la necesidad del recurso hídrico en la temporada de estiaje (mayo - noviembre), esto se debe a dos causas: la alteración en el sistema de las lluvias y la condición en la que se encuentran las praderas naturales. Para tal proyecto se realizó un análisis de variabilidad de las precipitaciones por cada año, entre 1994 - 2008 donde se evidencia que hay una gran disminución de precipitaciones a proporción de 12.0 mm/año, se concluye que por año se reduce en 12 L menos por m<sup>2</sup> en el lapso de un año que trae consecuencias negativas a los ecosistemas de la

zona y a sus sistemas reproductivos, a este problema se le suma que no se tiene un adecuado manejo de praderas naturales, sobrepastoreo y los incendios forestales, lo cual tiene repercusión en la infiltración de agua en los suelos y esto impacta en el incremento de los cuerpos de agua. Lo cual se manifestó a la población sobre los acontecimientos que se viene suscitando en la microcuenca Huacrahuacho. Para lo cual se implementó Qochas para el sostenimiento de la zona tributaria, elaboración de zanjas de infiltración, reforestación y forestación con plantas ornamentales que tiene mayor captación, esto trae como beneficio para tener una mayor infiltración. Estas aguas captadas favorecen a la recarga hídrica de los caudales de los riachuelos, bofedales y manantiales; las cuales tiene mayor recarga de aguas embalsadas. Por consiguiente, se logra un incremento en el afianzamiento hídrico de las microcuencas andinas, las cuales se podrá utilizar en las épocas de estiaje, con esto se podrá recuperar y mantener los caudales base de los afluentes, aguas abajo de la microcuenca(24).

Según Luis Vílchez y Gilmar Mamani, en su investigación científica titulada “Siembra y cosecha de agua”, menciona que, el restablecimiento de las costumbres de siembra y cosecha de agua en Ayacucho como alternativa de adecuación al calentamiento global y a la estabilidad hídrica aporta uno de los casos más estudiados de siembra y cosecha de agua, “Las Amunas de Huarochiri”, en segundo lugar, menciona que el riego que se aprovecha de las aguas de los glaciares (Cordillera del Chilla conformada por glaciares) a través de redes de canales pre Incas que aún se utiliza (Culturas: “Cabanas y Coyaguas”) son un símbolo de la sabiduría Inca conocida como Tipón, que servía de laboratorio mayor donde se rendía culto al agua con el cuidado y veneración al utilizarla. En este proyecto se propone implementar las reservas naturales, zanjas de infiltración, galerías filtrantes y diques que permitirán un mayor embalse del recurso hídrico que servirá para abastecer a los cinco sistemas con los que cuenta la localidad. Los resultados serán, utilizar estas aguas en las épocas de estiaje, dotar agua de calidad a la población, mejorar la cobertura vegetal y la biodiversidad, evitar la erosión del suelo y la pérdida de las aguas, incrementar la productividad agrícola a través de su uso, manejar las praderas como los bofedales, esto con la finalidad de tener mayor cantidad de ganado y así poder evitar el sobrepastoreo(25).

De acuerdo con Edwin Calderón, quien en su investigación científica “Las cosechas de agua en la microcuenca Chacomas y su impacto sobre la disponibilidad del recurso hídrico, en la comunidad Cuajinda, sector Huacamarga, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, región La Libertad”, menciona los planes de recursos hídricos empleando el método de cosecha de agua que se viene desarrollando en La Libertad, con el fin de darle un seguimiento a su adecuado funcionamiento. Esta investigación tiene como fin “evaluar, estrictamente, la cosecha de agua en la microcuenca Chacomas, así mismo su aspecto social”. El boceto y la implementación de la investigación se desarrollaron bajo aspectos metódicos distinguidos y aprobados, sin embargo, actualmente se encuentran en abandono, los terrenos donde se acentuaron la cosecha de agua están deteriorados. Se realizaron los puntos de monitoreo, se hizo un promedio de caudales aportados en las áreas donde se realizó un tratamiento, se determinó un incremento del 49.35% sobre las áreas que no fueron intervenidas. En conclusión, el proyecto no tuvo el mismo efecto en los tres ámbitos beneficiarios, sin embargo, podemos visualizar los siguientes resultados: el mayor beneficiado fue el ámbito rural de Chacomas donde se obtuvo un 66.67% de impacto positivo sobre la población, mientras que en la zona de Santiago de Chuco y el ámbito de Huacamarcanga tuvieron un efecto de 24.2% y 36.3% respectivamente (26).

Según Walter Velásquez, en su investigación científica “Siembra y cosecha de agua como propuesta de solución frente a la escasez de agua para consumo doméstico en la localidad de Sapuc del distrito de Asunción, Cajamarca”, señala que, la problemática del agua tanto para el consumo humano y agrícola en la población de Sapuc, distrito de Asunción - Cajamarca, es su desabastecimiento en tiempos de estiaje. El método usado para esta investigación bibliográfica es el análisis documental sobre el cual se utilizó diversos instrumentos como fichas, guías y precedentes de la siembra y cosecha de agua en nuestro país, como objetivo específico tiene “expandir el procedimiento para implementar conocimientos de siembra y cosecha de agua para uso agrícola y consumo humano en sectores andinos teniendo como guía a la población de Sapuc distrito de Asunción - Cajamarca”. Para lograr esta meta, se ejecutó una encuesta a 50 pobladores de este distrito, que se separó por sectores tanto socioeconómico, así como la caracterización de consumo del recurso hídrico. Se obtuvo como resultado que, el consumo del recurso

hídrico en tiempos de estiaje es muy bajo, lo que ocasiona en la población un malestar, por tal motivo se están tomando medidas efectivas para contrarrestar el mencionado problema y para ello se consideró un ejemplo de siembra y cosecha de agua teniendo en cuenta los relieves, la variabilidad climática, desertificación, quema de pastizales y el sobre pastoreo. El enfoque de la investigación está dirigido a la captación de agua para mejorar la demanda hídrica y así poder darle un mejor aprovechamiento tanto como en la parte alta, media y baja, con este fin, se destinaron ubicaciones propicias como laderas, quebradas, canales y se implementaron zanjas de infiltración, acequias, amunas, con el propósito de cosechar el agua y utilizarla en épocas de estiaje, por lo que se concluye de esta investigación que, la cosecha de agua surge como alternativa de solución frente a la escasez del recurso hídrico en tiempos de sequía y se fundamenta en vivencias de los pobladores, quienes dan razón al aumento del volumen hídrico en los manantiales, haciendo posible su descarga a lo largo de los meses de estiaje(27).

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Cosecha de Agua

Según MINAGRI la cosecha de agua se debe realizar para evitar la disminución del recurso hídrico y sus consecuencias, también menciona que se debe impulsar la Cosecha de agua en las partes altas de las cuencas, para su captación y almacenamiento provenientes de las lluvias, con el fin de incrementar su infiltración y aprovechar el líquido elemento en épocas de estiaje. MINAGRI presenta diferentes metodologías para la cosecha de agua las cuales tienen como objetivo reducir la velocidad con la que discurren las lluvias en el suelo y así retener la mayor cantidad de agua que luego se va a infiltrar en los suelos y recargarán las aguas subterráneas(28).

ANDINA, en su revista, menciona que une la tecnología prehispánica y la actual, que consiste principalmente en el almacenamiento de las aguas de lluvia a partir de construcciones masivas de zanjas, de infiltración en áreas con pendientes y la instalación de plantas nativas en las cabeceras de cuencas, donde inician los ríos(29), las metodologías que menciona ANDINA son:

- a) **Las qochas:** Son pequeños cuerpos de agua, situados en la parte alta de las cuencas, que captan y almacenan agua para represar el agua de lluvia. Se da por una pausada infiltración que logra incrementar las aguas subterráneas, que beneficia a la recarga de los manantiales que pueden ser naturales, porque se forman en laderas o elaboradas por el hombre, quien con su intervención ha generado el mayor almacenamiento de agua por la construcción de diques, lo que generó el aumento del volumen de infiltración(28).

CLACSO menciona que, estos pequeños depósitos temporales de agua se generan en épocas de lluvia, esto a su vez produce un incremento en su almacenamiento que es posible mediante la construcción de diques lo que hace que no se pierda agua por la escorrentía superficial, evaporaciones o filtraciones. Este proceso tiene la función de almacenar agua en un tiempo determinado para luego ser utilizada como abrevadero de camélidos sudamericanos y de la fauna silvestre así también tiene la función del uso agrario, ya que se puede utilizar para regar los terrenos aledaños(30).

- b) **La forestación y deforestación**, que sirven para cuidar el suelo de las lluvias y aumenta la infiltración del agua. La raíz y el tronco del árbol tienen como función, almacenar el agua y a su vez minimizar la velocidad de estas, también hacen que el suelo no se erosione lo que origina mayor filtración. Se reforestación con especies nativas “captadoras de agua”, como son: el aliso, el chachacomo, sauco, arrayan, entre otros, contribuyen a la recuperación de los suelos. Este tipo de plantaciones se da mayormente en las laderas alrededor de los pastizales de la zona (28). AGROLLONA sustenta que, es importante porque producen microclimas, retiene la humedad en el suelo, mejorando su calidad y produciendo madera que se pueden utilizar en un futuro. Además, la siembra brinda beneficios como son los bonos de carbono los que contribuye con la descontaminación del medio ambiente, siendo este un tema de importancia en la actualidad. La forestación y reforestación con especies nativas como el pino, tiene una relación directa con la cosecha de agua ya que se trabaja con las Qochas, esto permite tener mayor captación de agua en las temporadas de lluvia(31).
- c) **Siembra y resiembra de pastos naturales**: Se basa en sembrar semillas, replantar injertos o brotes de pastos naturales en terrenos de cosecha e influencia, para mejorar las zonas que fueron degradadas. Esta actividad se debe realizar al inicio de la temporada de lluvias, añadiendo guano. Se sugiere clausurar por lo menos dos años, con cercos elaborados con materiales pertenecientes a la zona o si se cuenta con posibilidades con mallas ganaderas para una mayor eficiencia. Cuando se realiza la recuperación de los pastos tendrá efecto en la infiltración de agua en los suelos, ello favorece a la recarga hídrica de las Qochas o diques así como en el afloramiento de las aguas en los manantiales y bodefales (28). La época indicada para realizar la siembra es cuando inician las lluvias, a razón de que se contará con humedad constante lo que va a permitir una buena germinación y buen enraizamiento, esto con el fin de resistir las heladas y sequias. Otra opción es que se pueda sembrar luego de la temporada de heladas. Existen dos métodos: el primero es el voleo, que se aplica en terrenos planos con disponibilidad de agua; el segundo es en

forma de hilera, que se aplica en terrenos que presentan pendientes y no se cuentan con suficiente disponibilidad de agua(32).

- d) **Amunas:** Esta práctica se ejecuta en lugares rocosos sobre los 4400 msnm, almacenando las aguas de lluvia y dirigiéndose a través de acequias de tierra, para posteriormente ser infiltradas en rocas fracturadas, que se ubican sobre los manantes (28). Para tener un funcionamiento de las Amunas es importante la presencia de una comunidad, porque son una pieza fundamental para su realización física o desarrollo de la organización de cosecha, transporte e infiltración de agua de lluvia, con la finalidad de incrementar de manera artificial los acuíferos. Las Amunas tienen un sistema múltiple de gestión, que se basa en el ciclo del agua, la geografía de la zonas alto andinas, y el trabajo en equipo de los comuneros, quienes de esta manera revaloran la cultura ancestral con el objetivo que perdure en el tiempo y así crear identidad en la comunidad(33).
- e) **Clausura de pradera:** Esta práctica consiste en delimitar un área de pradera que debe estar ubicada en las cabeceras de cuenca, la cual se podrá cercar por un tiempo aproximado de dos a más años, teniendo en cuenta la situación en la que se encuentra la pradera y uso que le están dando. Para esto se va a utilizar materiales rústicos pertenecientes a la zona como: piedras, champas o para mayor eficiencia mallas ganaderas(28). Se trata de devolver su composición florística y su capacidad para aumentar su forrajera de las praderas que fueron pastoreadas. Un ejemplo de práctica indirecta que se realiza, es el cercado de clausura anual o estacional. Estos cercados son: cercado de piedras, tapiales o cerco con malla ganadera, utilizando materiales como las piedras, alambres, champas adobes u otros materiales de la zona. La dificultad de los cercos es que no permiten tener un pastoreo rotativo, pero sí mejora los microclimas, se recupera la producción forrajera, se desarrolla la producción de semillas(34).
- f) **Manejo de pastos naturales:** En las zonas alto andinas de la Sierra en tiempos de estiaje, los pastos naturales aportan una mejor calidad de agua, esto se debe a que preservan el suelo, reducen la erosión y aumentan la infiltración del agua. Por este motivo se busca tener un mejor



manejo de pastos naturales (28) para mantener la fertilidad de los suelos, las sustancias nutritivas en los pastos cultivables, obtener mayor rendimiento de los forrajes, evitar la degradación de los suelos, el sobre pastoreo y el crecimiento de maleza(35), para tales fines se realizan las siguientes prácticas:

- ✓ Pastoreo rotativo, se divide un terreno de pastoreo en varias parcelas reducidas, con el fin de que se realice un pastoreo ordenado, el cual nos va a permitir su recuperación.
- ✓ Se realiza el abonamiento con abono orgánico por medio de la rotación de dormidero.
- ✓ Se realiza el riego de pastos naturales en tiempos de estiaje.
- ✓ Recuperación de los pastos.

g) **Zanjas de infiltración:** Son perforaciones que se producen en los terrenos que tienen estructura de canales, pueden ser rectangulares o trapezoidales, se elaboran a curvas de nivel, para retener las escorrentías de la lluvia y almacenar agua en las plantas nativas y praderas instaladas debajo de las zanjas(23). La zanja de infiltración es una de las técnicas más beneficiosas como solución para enfrentar el sobrecarga de agua en el suelo y el acarreo que se produce por las precipitaciones, con esta actividad se recupera la fertilidad de los terrenos, se reduce la erosión del suelo en terrenos con pendiente, nos permite tener humedad en los suelos por más tiempo en temporadas de sequías. Para obtener mayor eficiencia se deben realizar plantaciones de especies nativas o arbustivas con el fin de evitar la degradación de las zanjas, a su vez estas plantaciones ayudarán a captar mayor volumen hídrico(36), para lograr dicho objetivo se necesita considerar:

- ✓ Si el terreno es más inclinado, la distancia entre zanjas será menor.
- ✓ En lugares donde se realiza el pastoreo se debe dejar una distancia para prevenir el daño de estas.
- ✓ Se debe efectuar la conservación de las zanjas para que tenga una mayor duración.
- ✓ Realizar la forestación con especies nativas.

### 2.2.2. Ciclo del agua

El tránsito del agua es vital para la vida. Este recurso hídrico que se encuentra en lagos y ríos se evapora para luego formar nubes que al momento de estar frías descienden a la tierra en modo de nieve, granizo o lluvia, estas a su vez se infiltran y originan manantiales, ríos, riachuelos y lagos. A este hecho se le llama el ciclo del agua(28). Este ciclo, presenta diferencias tanto cualitativas como cuantitativas en sus diferentes elementos y fases dependiendo de la región o zona, el hombre tiene que adaptarse a estas situaciones para convivir con esas características de la naturaleza, por tal motivo debe determinar los cambios que vienen provocando sobre el manejo y uso de tierras. La escasez del agua afecta los medios para un desarrollo de las regiones, esto puede generar un impacto negativo en lo económico y en el bienestar social, por otra parte, tenemos el excedente de agua va a generar pérdidas irreversibles en la producción que puede ser la disminución de las cosechas, erosión de los suelos, empobrecimiento del suelo, derrumbes, entre otros(37).

- a) Cuenca hidrográfica: Son aguas provenientes de las cordilleras, del deshielo de los nevados o de las lluvias, las que al precipitarse tienen rumbo fijo hasta coincidir en un punto, sea un río o el mar. Se dan los casos, como el de un valle encerrado por montañas, aquí se forman acuíferos los que posteriormente se convertirán en lagunas o lagos. Al área que es delimitada por una línea cumbre se le conoce como “divisoria de aguas”, que se encarga de coleccionar agua subterránea y superficial, las mismas que son vertidas a un río, por ese motivo que en las cuencas hidrográficas todo se relaciona, por ejemplo, si desaparecen o disminuyen las plantaciones que cubren los suelos por causa de la deforestación, sobrepastoreo o incendios, entonces en las temporadas de lluvia habrá derrumbes y huaycos(28). Las cuencas hidrográficas cumplen una función importante en el medio ambiente y en la vida del hombre, ya que suministra de agua dulce, modera el flujo y calidad del agua, también protege frente a peligros como son inundaciones y desprendimientos, permite la conservación de la biodiversidad, para el desarrollo de la sociedad, cumple funciones vitales como el suministro

de energía (energía hidroeléctrica), y para el uso agrícola permite el riego y producción de cultivos(38).

- b) Comportamiento del agua en la cuenca: Se proporciona de diferentes maneras las aguas de lluvia: una parte es utilizada por los seres vivos, la otra se infiltra por los suelos generando las aguas subterráneas. Al humedecer los suelos en su totalidad, las aguas discurren y forman acequias, ríos y riachuelos. La porción de agua que se llega infiltrar al suelo y que va a transportar dependerá de la capacidad de infiltración, de la inclinación en la que se encuentra y el número de plantas que disponga el suelo. A mayor cantidad de plantas, mayor será la capacidad de infiltración, esto tiene efecto en los manantiales y ríos debido que no disminuirá y se mantendrá durante todo el año. Las punas, con sus pastizales, bofedales, lagunas y lagos, cumplen la función de “esponjas” que retienen agua en los suelos(28). El agua proveniente de la lluvia, una parte se desliza por la cuenca, la otra es utilizada por los seres humanos para su vivir diario, otra se infiltra a los suelos formando aguas subterráneas y la otra parte se evapora. Las aguas que se infiltran dependen de su pendiente, estructura y cobertura con la que cuenta el suelo. A mayor cobertura vegetal mayor será su capacidad de retención y captación de agua. En las partes andinas altas hay mayor precipitación que produce mayor volumen hídrico para las lagunas, cuencas y humedales(39).

### 2.2.3. Escasez de Agua

- a) Cambio Climático: Esto es un hecho real ya no es una amenaza. Según el informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020, tiene más certezas que dudas, el cambio climático va a tener una influencia negativa tanto en calidad como cantidad del agua disponible en todo el mundo que satisface diversas necesidades humanas relevantes, lo cual tendrá una disminución del derecho primordial de todas las personas a disponer del agua potable y saneamiento básico. Los fenómenos meteorológicos que cada vez se acrecientan (tormentas de hielo, huracanes, sequías, olas de calor...) parecen tener influencia directa en el cambio climático(40).

- b) La sequía: Por el motivo de la emergencia climática se refuerza la llegada o el incremento de las sequías, se presume que durante un tiempo estimado se ausenten las lluvias, esto trae como consecuencia escasez de agua ya sea para el consumo humano como también para los ganados, industrias o cultivos(41). Este fenómeno va evolucionando a lo largo del tiempo y va devastando poco a poco a las regiones que se ven afectadas, en algunos casos puede ser prologando y producir impactos desastrosos en la agricultura como en los cuerpos de agua. Este fenómeno afecta a los humanos, plantas y animales. Las comunidades andinas resienten dos o más temporadas sucesivas de falta de lluvia y por consiguiente pérdidas de sus cosechas o ganados(42).
- c) Uso descontrolado del agua: Esto se manifiesta a mayor escala, como es en las fábricas, o a menor escala, como es en nuestros hogares, en ciertas ocasiones se desperdicia el agua y no tenemos en cuenta que es un escaso recurso(41). El uso del recurso hídrico de agua dulce deja muchas dudas en el sector agrícola, debido a que en algunos casos son sobre explotados, lo que genera una postura insostenible. El despilfarro de aguas en algunas áreas trae como consecuencia la disminución de la producción y desempleo. El agua para el riego continuamente está contaminada por sales, pesticidas y herbicidas(43).
- d) La contaminación: Esto se refiere la contaminación de aguas dulces, de aire o tierra, por este factor se puede contaminar el agua y esto tiene efecto en el aire(41). Se da por el almacenamiento de sustancias tóxicas y el derrame de fluidos a un cuerpo de agua, los elementos o criterios biológicos, químicos y físicos que caracterizan a un cuerpo de agua, al superar producen perjuicios al ambiente y a la salud. Su ejecución es aplicable legalmente por los órganos y entidades correspondientes(44).

### 2.3. Definición de términos básicos

- a) Cosecha de Agua: Se obtiene el agua que discurre por los suelos, tiene un uso directo para el agro, también para el consumo humano, para los abrevaderos del ganado o para el regadío de los pastos cultivables. Esta técnica es una opción para disponer de mayor cantidad de agua en épocas de estiaje(28).
- b) Escasez de agua: Es una manifestación natural, también ocasionado por el hombre. Inclusive cuando hay demasiada agua dulce en el mundo para abastecer las carencias de toda la población, su repartición es dispareja sea en espacio como en tiempo, esto trae como consecuencia la pérdida de agua, su contaminación y el no adecuado manejo sostenible(45).
- c) Riego agrícola: Tiene una aplicación de forma artificial hacia las plantas agrícolas u ornamentales con el fin de garantizar las necesidades hídricas, dotándolas de humedad suficiente en tiempos determinados cuando estas no reciban la cantidad necesaria de agua por medio de las precipitaciones(46).
- d) Cambio Climático: Es la alteración que sucede en forma directa o indirecta en relación al hombre y las actividades que realiza, provocando efectos en la variación de la composición atmosférica, a esto se le suma las variaciones climáticas que se vienen dando las últimas décadas(47).
- e) Forestación: Es el hecho de gestionar las prácticas de plantaciones de bosques y recursos que sean renovables naturales, que contribuye con nuestro medio ambiente y la fauna que se quiere incorporar, esta práctica tiene como objetivo controlar la tala indiscriminada y las actividades que afectan a la naturaleza.
- f) El ciclo del agua o ciclo hidrológico: Es el desplazamiento del agua en su condición natural (Hidrosfera) por este medio el recurso hídrico que proviene de los océanos, la superficie terrestre, lagunas y riachuelos, se vaporiza mediante la fuerza del sol, esto hace que al estar frías se condensen las nubes produciendo las precipitaciones, granizo o nieve, como efecto a este proceso, las aguas se infiltran dando paso a la formación de manantiales, lagunas, ríos, lagos y riachuelos(48).
- g) La sequía: Es una irregularidad provisional que tiene como característica las escases provisional del agua en referencia con el abastecimiento habitual en un plazo determinado (estaciones, un año o más). Esta anomalía tiene periodos en el clima y depende del suministro y demanda, tanto de la sociedad como del

medio ambiente. La sequía no diferencia la magnitud, duración, intensidad, ecosistemas y acciones que desarrollan las personas(49).

- h) Las zanjas de infiltración: Son estructuras elaboradas por el ser humano con el propósito de atrapar el escurrimiento superficial en temporadas de lluvias intensas, en sitios estratégicos como son las laderas. Estas aguas al ser infiltradas en el suelo producen humedad, recarga el agua subterránea evitando su erosión(23).
- i) Sobrepastoreo: Es el proceso que se basa en el pastoreo desmedido de animales de impacta sobre la vegetación o plantaciones, esto hace que se pierda la capacidad de renovar dicha área(50).
- j) Cuenca hidrográfica: Es una zona determinada que aporta a la corriente de agua de un río, riachuelo o de sus afluentes, es conocido como la zona de captación o área donde se originan las aguas de los lagos, humedales, ríos, lagunas, embalses, pantanos o acuíferos(51).
- k) Pastoreo: Es la técnica de existencia, centrada en la productividad amplia de los animales. Se consolida como una de las más importantes técnicas de producción en diversas áreas de nuestro planeta, una de sus características es el movimiento del ganado y el empleo adecuado de los recursos naturales(52).
- l) Dique: Es un muro para evitar el transcurso del agua, sea de manera natural o artificial, casi siempre es de tierra y paralelo a la trayectoria de un río o al borde del mar(53).
- m) Amuna: Es una técnica de recarga artificial de acuíferos que retiene el paso del agua dentro de una cuenca, esto por infiltración del agua en el subsuelo, tiene como característica almacenar, transmitir y descargar, formando manantiales, humedales, ojos de agua, entre otros. Se origina de flujo disperso o concentrado, y tiene como propósito dotar de agua a los pueblos para sus distintos usos como: agrícola, consumo humano, recreativo o industrial esto se da durante todo el año(54).
- n) Qochas: Son sistemas que incrementan la captación, la acumulación e infiltración de las aguas de lluvia, aumentando el volumen hídrico y mejorando su biodiversidad. Son pequeños reservorios o lagunas creadas por el hombre y se elaboran en pendientes naturales del terreno, en la cual se utiliza materiales rústicos como piedras, terrones de tierra, champas, esto permitirá tener mayor almacenamiento e infiltración de las aguas de lluvia(55).

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Método y alcance de la investigación

#### 3.1.1. Método General

Para la presente investigación se utiliza el Método descriptivo de acuerdo con el autor Hernández Sampieri (12), debido a que se describirá las características, procesos, métodos y técnicas de cosecha de agua para lo cual se recogerá información de manera conjunta, también se describirá la relación entre la cosecha de agua y el riego agrícola en la Microcuenca Yanama. Daniel Behar menciona que este método nos servirá para distinguir cómo se manifiestan los fenómenos y sus elementos, así también nos permitirá fijar las particularidades demográficas de las variables investigadas, para lo cual se acudirá a los métodos específicos que son la recopilación de información, el reconocimiento, las entrevistas con los pobladores y las encuestas(10), asimismo para esta investigación Sergio Gómez refiere que se dará la interpretación concreta de la naturaleza, en este caso la cosecha de agua y se trabajará con realidades en la dotación de riego agrícola en la Microcuenca Yanama(56).

#### 3.1.2. Tipo de investigación

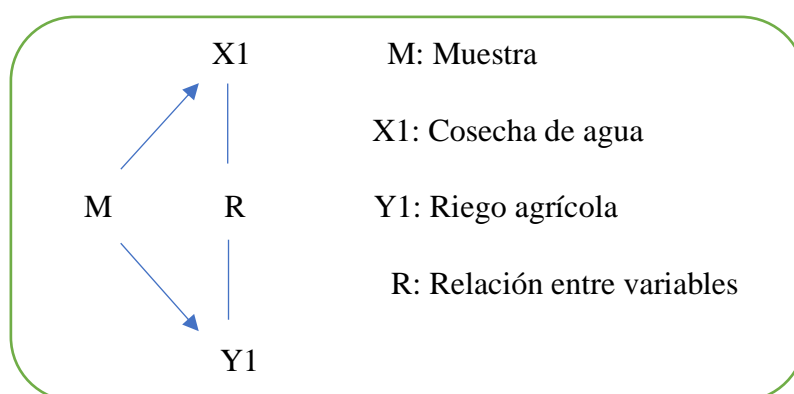
El tipo que se emplea para la presente investigación es el aplicado, el mismo que aborda al conocimiento vigente con el fin de solucionar la falta del recurso hídrico para riego en las épocas de estiaje y problemas reales inmediatos (12), de forma que se logren aportes de aplicación y replicación de conocimientos para situaciones semejantes. Daniel Behar manifiesta que esta investigación se distingue porque se busca el empleo o manejo de los conocimientos que se obtienen. Es el análisis y empleo de la presente investigación a problemas reales, en situaciones y particularidades concretas(10). Guillermina Baena menciona que esta investigación cuenta con el propósito de estudio de un problema dirigido a la acción, la presente investigación puede proporcionar nuevos sucesos, la nueva información puede ser beneficioso y apreciable para la teoría. Esta investigación enfoca su estudio en sucesos reales que conlleva a la práctica argumentando las bases teóricas y dedicando su trabajo a solucionar las necesidades que se propone en la Microcuenca Yanama(11).

### 3.1.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación de acuerdo a Hernández Sampieri es explicativo (12) dado que va a señalar la escasez de agua en la Microcuenca Yanama en las épocas de estiaje y los efectos de la cosecha para riego agrícola. Para el autor Daniel Behar esta investigación, pretende la conjugación de los métodos analítico y sintético, que busca responder o dar parte del porqué del propósito que se investiga. Asimismo explica la anomalía, averiguará la justificación del desempeño de las variables y su fin último es el descubrimiento de las causas(10). Carlos Muñoz menciona que esta investigación debe contar con estudios, enfocar la atención en descubrir los principios, las causas o las circunstancias fundamentales del acontecimiento o manifestación a ser investigado(57).

### 3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación es no experimental (12), donde la observación facilitó examinar las variables de estudio y establecer su relación, demostrando un ambiente de innecesaria manipulación de las variables, de diseño específico descriptivo – correlacional (12), esto con la intención de informar el grado de relación actual entre las variables, pero que no considera relación de causa-efecto (uno no origina a la otra, sólo influye en ella) de provecho en una misma muestra de individuos entre los aspectos constatados. El siguiente esquema de diseño se utilizará en la presente investigación.





### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población

La población está delimitada por la cuenca del río Yauli puesto que sus aguas discurren por la comunidad de Yauli. Este río es uno de los afluentes más importantes con los que cuenta el Río Mantaro, que comienza en el centro poblado de Yauli y llega a su fin con la desembocadura en el Río Mantaro, teniendo una trayectoria conjunta de 55 km, las actividades más relevantes que se realiza son minero – metalúrgica, por lo que se cuenta con importantes empresas mineras como CIA, Volcan. También se utilizan estas aguas para el uso agrícola en los pastos cultivables de la zona y sirve como fuente de agua para el ganado.

#### 3.3.2. Muestra

La presente investigación es no probabilística del tipo de conveniencia, visto que se delimita la muestra en la Microcuenca Yanama que pertenece a la comunidad de Yauli la que se encuentra cerca de los terrenos agrícolas de los pobladores y que sirve para abastecer de riego agrícola los terrenos aledaños.

### 3.4. Técnicas de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnicas e instrumentos

Las técnicas a utilizar para la presente investigación son:

- Encuestas sobre el conocimiento sobre la cosecha de agua.
- Check list sobre el reconocimiento de la Microcuenca Yanama.
- Recolección de fuente primaria.
- Entrevista a los comuneros.

#### 3.4.2. Materiales

Los materiales para la elaboración de las encuestas y charlas de sensibilización con la población del distrito de Yauli fueron:

- Copias de encuesta
- Copias de Check list

Los materiales para el reconocimiento del lugar y los servicios con los que cuenta fueron:

- Recopilación de información en shapefile (Geo GPS)

Los materiales que serán necesarios para el programa de cosecha de agua son:

- 01 estación total
- 01 trípode
- 02 prismas con sus respectivos porta prismas
- 01 GPS
- 01 wincha metálica de 50m.
- 01 flexómetro de 5m.
- 01 cámara digital.

Estos equipos servirán para el levantamiento topográfico de puntos y sus coordenadas.

### 3.4.3. Procedimientos

#### 3.4.3.1. Etapa de pre-campo

Recopilación de información: en esta etapa, referente al lugar de investigación se obtuvieron datos a través de imágenes satelitales, cartografía existente, información referencial acerca de distancias y tiempos, etc. lo que servirá para determinar los puntos por donde se trazará las áreas de reforestación, ubicación de zanjas de infiltración y la ubicación del dique de almacenamiento proyectado así también para tomar la decisión referida con los métodos a emplear para la realización del levantamiento topográfico, los métodos de corrección de errores, los niveles de precisión buscados, etc.

Reconocimiento del lugar: se realizará visitas para el reconocimiento del lugar in situ con la finalidad de determinar el alcance de la presente investigación.

#### 3.4.3.2. Etapa de campo

La fase de campo comprendió en el diagnóstico de la población del distrito de Yauli, la recopilación de dicha investigación se realizó mediante las encuestas, al mismo tiempo se realizaron charlas con la población con la finalidad de conocer el conocimiento que tiene la población sobre la cosecha de agua, del total de la población se encuestaron a familias que tienen relación directa con el consumo de la Microcuenca Yanama.

Se realizaron las visitas al distrito de Yauli con el fin de poder consolidar la información del contexto social, así como determinar los perfiles de los sectores de educación, salud y vías de acceso.

#### 3.4.3.3. Etapa de gabinete

##### **Cálculo de la oferta hídrica por infiltración con proyecto**

Para estimar el volumen de agua que retiene una cuenca mediante la infiltración del suelo ante una precipitación, se utilizó el método del Servicio de conservación de Suelos (SCS), el cual forma parte de un proceso de homogenización, extensión y regionalización de la información de precipitación. Este método se basa en la precipitación efectiva de la cuenca, el volumen de escurrimiento (Q) depende del volumen de precipitación (P) y del volumen (F), donde F es la diferencia entre los volúmenes de precipitación y escurrimiento. Existe otro tipo de volumen de precipitación que se presenta al comienzo de la precipitación, a este volumen se le llama abstracción inicial (Ia). El Servicio de Conservación de Suelos (SCS) asumió la siguiente relación precipitación – escurrimiento.

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P - Ia}$$

Donde:

Q: Volumen de escurrimiento

P: Volumen de precipitación

F: Volumen de infiltración

S: Retención máxima potencial

Ia: Abstracción inicial

La abstracción inicial está en función de características y uso del suelo. Un análisis empírico hecho por el SCS encontró que la mejor forma para estimar Ia era:

Ia: 0.2S

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

Para la obtención del valor de S, estudios empíricos determinan que su cálculo se puede obtener a través de:

$$S = \frac{100}{ce} - 10$$

Donde Ce es coeficiente de escurrimiento, este valor está en función del uso del suelo y otros factores que afectan el escurrimiento y la retención.

### **Coefficiente de escorrentía**

El modelo hídrico utilizado, permite incorporar el papel que juega la vegetación y las prácticas de uso del suelo en la escorrentía e infiltración repercutiendo en la generación de agua, por lo que se realizó la evaluación de la oferta hídrica en condiciones actuales y en situación futura con la intervención del proyecto, haciendo variar las condiciones de cobertura vegetal y manejos de suelo.

### **Cálculo de Plantas/ ha según los diseños**

El cálculo de plantas depende directamente de la pendiente y la estabilidad con la finalidad de lograr infiltración de precipitaciones posibles e incrementar los bofedales presentes.

Para el diseño rectangular:

$$\frac{Np}{ha}$$

Donde:

Np: Número de planta

Ha: Hectáreas

Para el diseño triangular:

$$\frac{Np}{ha} = \frac{10000m^2}{d^2 * 0.866}$$

Donde:

Np: Número de plantas en metros cuadrados

Ha: Hectáreas

d: distancia entre plantas

Valor de tangencia trigonométrica:0.866

Para el diseño Camellón:

$$\frac{Np}{ha} = \frac{10000m^2}{37.5}$$

Donde:

Np: Número de planta

Ha: Hectáreas

**Balance Hídrico:**

$$Y = X - E \pm \xi$$

Donde:

X: Precipitación

Y: Escorrentía

E: Evapotranspiración Real

$\xi$ : Término general de convergencia

**Modelos lluvia- Escorrentía**

Con ayuda del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, y con los datos proporcionados por esta plataforma se podrá obtener los modelos de lluvia-escorrentía, para así poder conocer la escasez de recursos hídricos.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Presentación de resultados

#### 4.1.1. Descripción de las características de la microcuenca

La Microcuenca Yanama se encuentra localizada en el distrito de Yauli y con la finalidad de tener un mejor panorama de ubicación con respecto a los ríos, lagos y lagunas del distrito de Yauli se presenta la siguiente imagen:

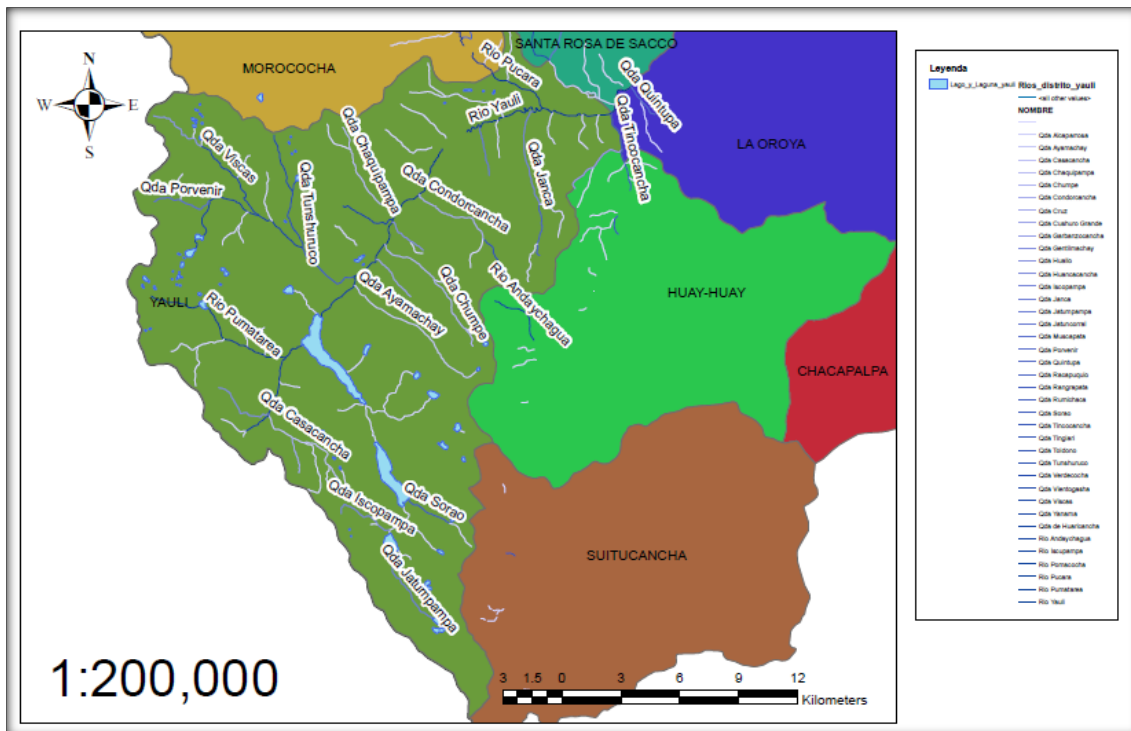


Figura 1. Mapa de ríos, lagos y lagunas del distrito de Yauli. Fuente de elaboración propia.

Respecto a las características geográficas y topográficas de la Microcuenca Yanama, el área de estudio presenta pendientes desde 50%, en la zona del humedal que es prácticamente llano con algunas ondulaciones ligeras, además se localiza desde 4200 m.s.n.m. hasta los 4850 m.s.n.m.

El área de la microcuenca es de 250 Ha, y el relieve está formado por una serie rocosa con rumbo noroeste (NO) y sureste (SE), también muestra complejas estructuras plegadas, fallas geológicas, suelos de origen glaciar y fluvio-glaciar.

La Microcuenca Yanama presenta en su hidrología nacientes de agua y un humedal de aproximadamente 5 Ha, este último da origen al riachuelo Yanama que tiene por longitud 3014 m. hasta la desembocadura en el río Yauli, en épocas de estiaje el caudal disminuye considerablemente.

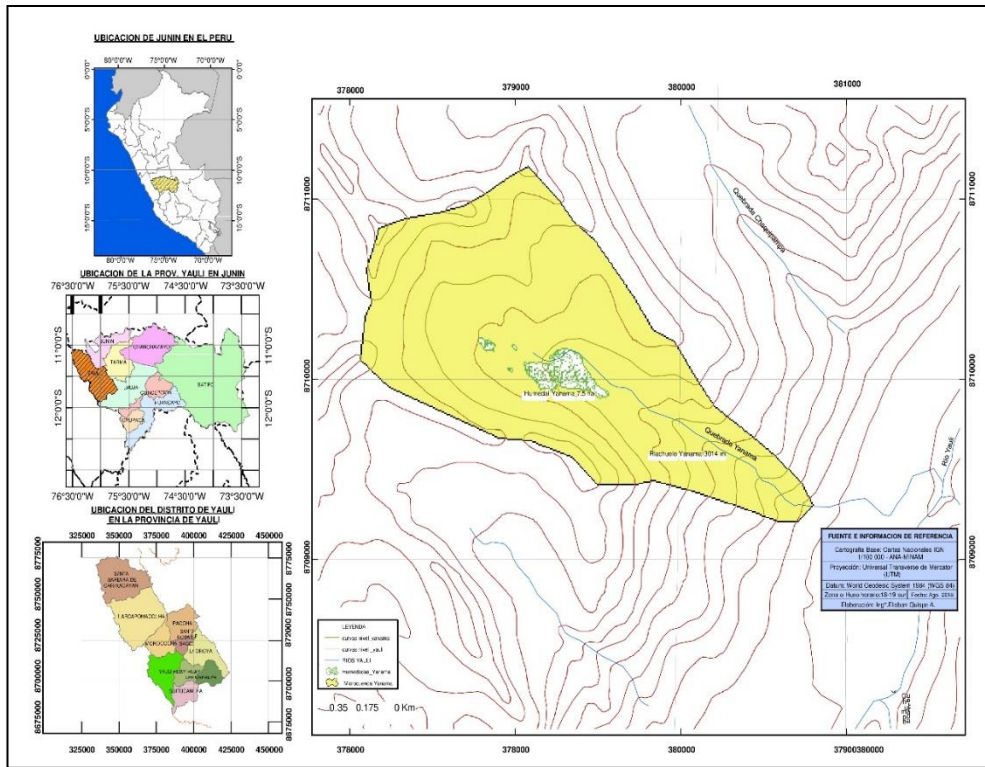


Figura 2. Mapa hidrológico de la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.

La actividad económica que se realiza a los alrededores de la Microcuenca Yanama principalmente es la minería, además se fomenta el pastoreo de ganado vacuno y camélidos sudamericanos que se alimentan de la vegetación en zonas colindantes al humedal en partes de la microcuenca y con rotaciones sucesionales.

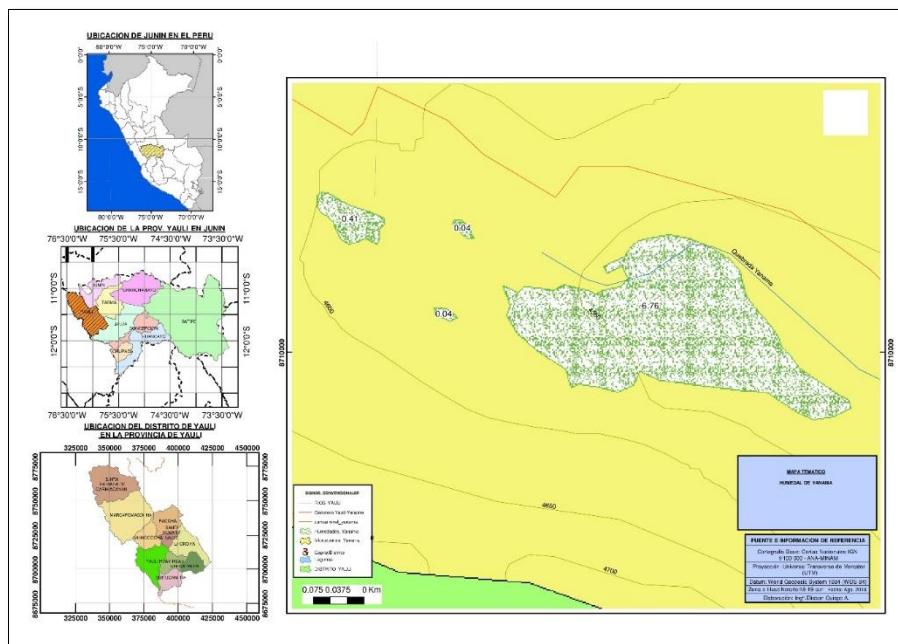


Figura 3. Mapa de humedal de la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.

En la figura 3, se puede observar los cercos para el ganado al borde de la carretera, estos son utilizados para la actividad ganadera. Los cercos son elaborados a base de piedras.



*Figura 4. Estancias de la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.*



*Figura 5. Zonas de pastoreo en la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.*



En la figura 5 se puede observar las zonas de pastoreo en la Microcuenca Yanama, las cuales son aprovechadas para realizar la actividad de ganadería por parte de la población.



*Figura 6. Camélidos en la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.*

En la figura 6, se puede observar a los animales que se pastorea en la zona, son los camélidos sudamericanos (llamas, seguido de vacunos y equinos)

El clima de localidad de Yauli es templado-frío, por lo tanto, se presentan heladas desde el mes de mayo hasta julio, así como precipitaciones intensas en el periodo lluvioso de noviembre hasta fines de abril y sequías durante los otros meses del año, teniendo una temperatura mínima de  $-5^{\circ}\text{C}$  y máximo de  $27^{\circ}\text{C}$ .

Las precipitaciones del distrito de Yauli tienen un promedio anual de 1200 mm, teniendo las mayores en los meses de noviembre a mayo.

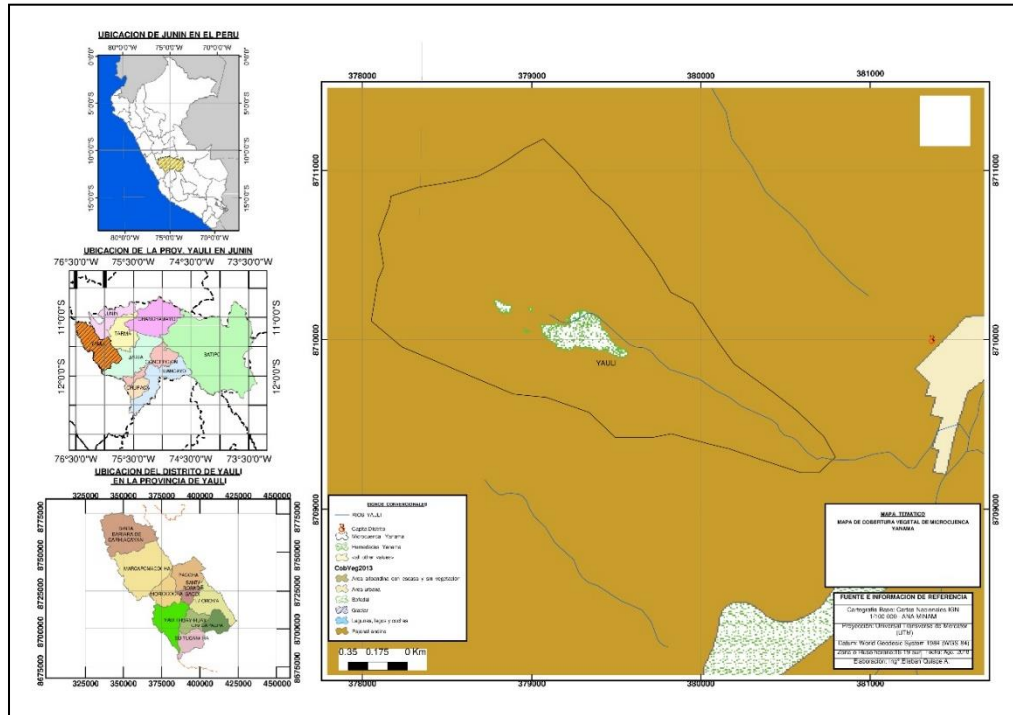


Figura 7. Mapa de cobertura vegetal en la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.

La localidad de Yauli se encuentra en una altitud aproximada de 4557 m.s.n.m. La vegetación de la Microcuenca Yanama cuenta con una mixtura de pajonal andino, y pastos andinos particulares de la zona, se puede observar que existe una predominancia de praderas evaluadas el césped de puna, el Pajonal, y los bofedales.



*Figura 8. Cobertura vegetal. Fuente de elaboración propia.*



*Figura 9. Pastos de la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.*

#### 4.1.2. Escasez de los recursos hídricos

Se identificaron diversas causas del motivo por el cual se está presentando la escasez del recurso hídrico en la Microcuenca Yanama las cuales vienen perjudicando a la comunidad de Yauli, a continuación, se detalla las causas:

- a) **Cambio climático:** El cambio climático es una de las fundamentales razones que provocan alteraciones en los recursos hídricos y a su vez se genera un estrés por sus efectos en otros aspectos, como en los ecosistemas, los procesos productivos, la agricultura, entre otros. La variabilidad climática en la Microcuenca Yanama afecta el ciclo hidrológico, los cambios en la frecuencia, volumen, permanencia de las lluvias y escurrimientos de la zona, lo que genera sequías, olas de calor, menor humedad en los suelos, pérdida de ecosistemas y menor recarga en los cuerpos de agua de la Microcuenca. Estas causas se ven reflejadas en la pureza y volumen del agua apto para el consumo de los seres humanos, uso ganadero y agrícola, afectando a los sectores más frágiles de los pobladores de Yauli. La falta de agua se siente en las partes altas de la Microcuenca Yanama, esto por el cambio climático que se viene manifestando en el distrito de Yauli, lo que trae como consecuencia menores precipitaciones en la zona, por estos motivos, el cambio climático es una de las principales causas de escasez hídrica en la Microcuenca Yanama(58).



Figura 10. Mapa de impactos por el cambio climático en el Perú. Fuente: Minería y Responsabilidad Social.

En la figura 10, se puede observar que la región Junín y por ende el distrito de Yauli se ve afectado por la pérdida de cosechas, desglaciación y deshielo de los nevados con los cuenta, heladas y granizadas en las épocas de invierno, con calor extremo en las épocas de verano, se dan sequías inusuales y escasez de lluvia en épocas de estiaje, todos estos factores suceden por el cambio climático que se está presentando en las últimas décadas en todo el mundo, por ende en el distrito de Yauli y en la Microcuenca Yanama.

- b) **Sequía:** Este fenómeno se presenta de manera inusual en diferentes épocas del año, lo que genera una deficiencia hídrica en la Microcuenca Yanama, se evidencia que, en épocas de estiaje no se llega a transportar agua por la Microcuenca Yanama, causando pérdidas y daños en los pastos cultivables y en la cobertura vegetal que se encuentra aledaños a la Microcuenca Yanama, afectando así a los agricultores de la zona.

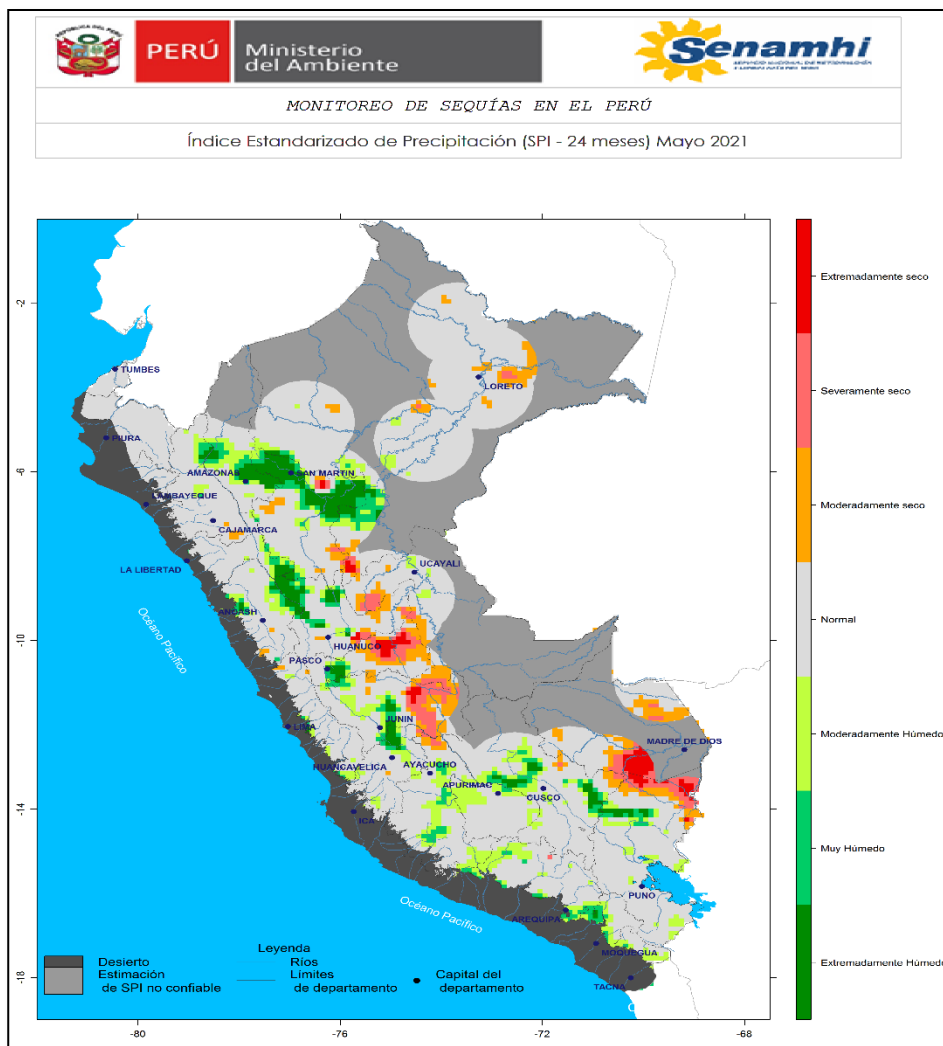


Figura 11. Mapa de Monitoreo de sequías en Perú. Fuente SENAMHI.

En la imagen podemos observar que, en el departamento de Junín, provincia de Yauli – La Oroya, el distrito de Yauli está dentro del rango normal de precipitaciones, esto con la información correspondiente de los últimos 24 meses, por lo que se consideran las sequías de manera inusual en diversas épocas del año en la Microcuenca Yanama.

- c. **Uso descontrolado del agua:** El uso de los recursos hídricos en la Microcuenca Yanama deja mucho que desear, en especial en el uso agrícola, en algunas áreas este recurso es sobre explotado, lo que genera un hecho insostenible, esto genera el despilfarro de agua lo que priva a otros terrenos el agua para abastecer sus cultivos, esto trae como consecuencia baja producción o pérdida total de pastos cultivables, esto se da por el desconocimiento técnico de la población del manejo oportuno del recurso

hídrico y porque cuentan con una cultura primitiva, no cuentan con la infraestructura necesaria para un mejor aprovechamiento del recurso, su sistema de riego es por inundación lo cual hace que se pierda mayor volumen de agua, esto se puede evidenciar en las épocas de estiaje ya que no cuentan con la porción de agua indispensable para suministrar de riego a todas las hectáreas de pastos cultivables en la zona, así como para el ganado, lo que provoca su traslado a zonas más alejadas.

- d. **Contaminación del agua:** Es de conocimiento que el distrito de Yauli cuenta con grandes mineras como Volcan, Chinalco, entre otras, las cuales hacen uso del recurso hídrico, estas aguas se contaminan y son vertidas al río Yauli, las cuales se unen con las aguas de la Microcuenca Yanama generando su contaminación, a su vez estas aguas se usan para el riego agrícola en la parte baja de la microcuenca, lo que causa que estos suelos se contaminen y haya baja producción en sus pastos cultivables. Los comuneros se ven obligados a regar con estas aguas debido a que en las épocas de estiaje no se cuenta con mucho volumen hídrico en la Microcuenca Yanama.
- e. **Precipitaciones:** Debido a variabilidad climática y a las sequías inusuales que viene sucediendo en los últimos cinco años en la Microcuenca Yanama se ha generado una disminución en las precipitaciones, teniendo un efecto directo en la reducción del volumen hídrico de la Microcuenca Yanama y se puede evidenciar en la pérdida de los cuerpos de agua como son las lagunas, bofedales y manantiales así mismo, hay desaprovechamiento de las aguas de lluvia, lo que perjudica a los pobladores, ya que hay desabastecimiento del recurso hídrico para el uso agrícola, no hay humedad en los suelos, no se cuenta con muchos abrevaderos para el ganado, en tiempos de estiaje hay días que la microcuenca no transporta agua, lo que genera una escasez hídrica en la Microcuenca Yanama. A continuación, se muestra los datos y los gráficos de las precipitaciones de los últimos cinco años, en las cuales podemos visualizar que hay variaciones en las lluvias, que afecta directamente a la recarga del volumen hídrico de la Microcuenca Yanama.

A continuación, se muestra los datos y el gráfico de precipitaciones del distrito de Yauli que se obtuvo de la estación meteorológica de Rumichaca

porque se encuentra cerca al distrito de Yauli y se trabajó con los datos del 2016 al 2020, esta estación nos brinda la información de dichos años.

Tabla 2. Precipitaciones del Distrito de Yauli. Fuente SENAMHI Fuente: Elaboración Propia- Excel 2021.

Año	Enero	Feb rero	Ma rzo	Ab ril	M ayo	Ju nio	Ju lio	Ago sto	Setie mbre	Oct ubre	Novie mbre	Dicie mbre
2016	136.86	180.68	114.96	60.53	10.65	31.33	15.21	2.43	53.53	77.56	14.29	113.15
2017	243.01	194.97	175.50	72.39	53.23	4.26	0.61	13.69	22.81	18.86	12.47	122.28
2018	127.75	130.18	99.77	95.51	13.38	15.82	53.23	38.02	34.67	142.65	93.68	142.96
2019	103.11	152.97	113.45	65.40	79.08	14.60	20.38	4.56	16.72	61.76	119.84	193.14
2020	111.93	75.43	62.66	61.40	39.54	14.67	18.25	6.52	25.85	94.6	126.53	214.44

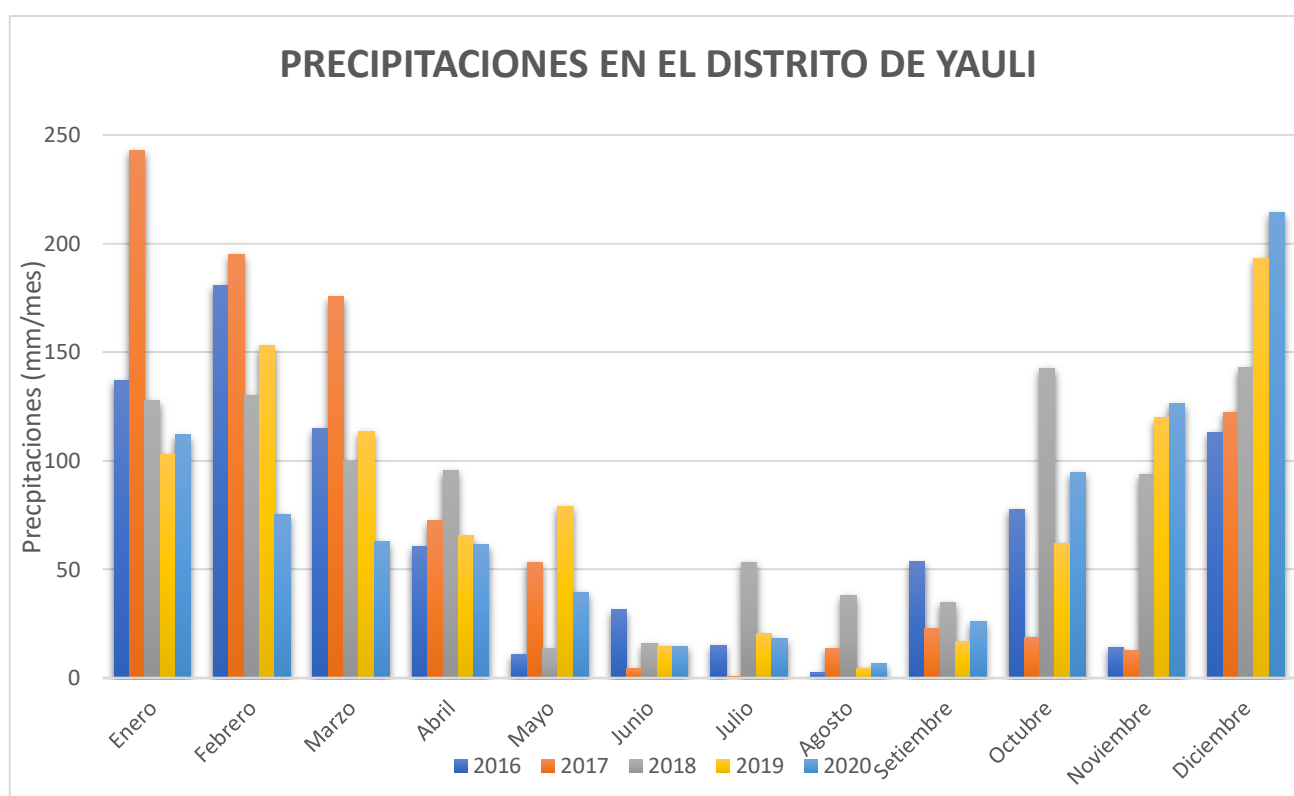


Gráfico 1. Precipitaciones en el distrito de Yauli. Fuente de elaboración propia.

Seguidamente, se muestra la información y el gráfico de las precipitaciones en la Microcuenca Yanama:



Tabla 3. Tabla de Precipitaciones del distrito de Yauli. Fuente SENAMHI.

Mes	PP(mm)
<b>Enero</b>	105.26
<b>Febrero</b>	105.38
<b>Marzo</b>	98.55
<b>Abril</b>	41.93
<b>Mayo</b>	9.88
<b>Junio</b>	4.91
<b>Julio</b>	3.84

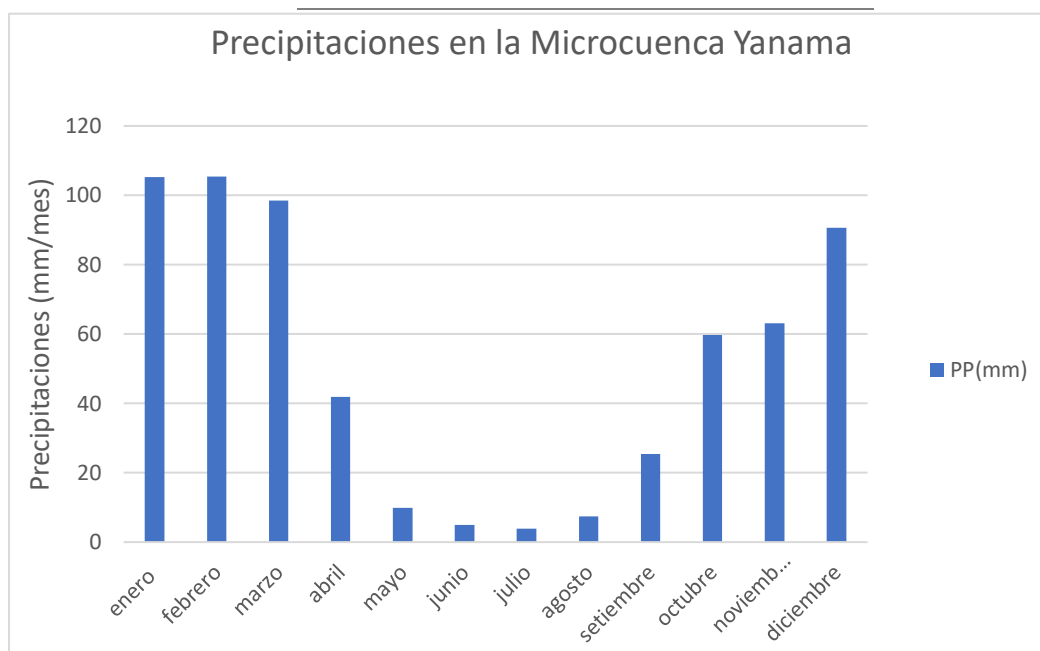


Gráfico 2. Precipitaciones en la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.

Los gráficos nos muestran que en los últimos cinco años se ha reducido las precipitaciones en el distrito de Yauli, esto se ve reflejado en el volumen hídrico de la Microcuenca Yanama porque no hay el suficiente suministro para el uso agrícola de los terrenos aledaños y para los abrevaderos de los animales.

Podemos notar que en los meses de mayo hasta agosto las precipitaciones menores, en algunos años vemos la ausencia total de las lluvias generando sequías inusuales, en algunos casos se extiende hasta el mes de setiembre, afectando a la zona baja de la microcuenca debido a que en esas épocas de estiaje la microcuenca no llega a trasportar agua.

También podemos observar que, en los meses de octubre a marzo hay un incremento en las precipitaciones lo que nos permitirá captar y almacenar las aguas de lluvia en las estructuras mencionadas anteriormente, lo que hace factible la propuesta del

programa de cosecha de agua en la Microcuenca Yanama de manera eficaz y efectiva, en estos meses también recomienda realizar la siembra de especies nativas y pastos cultivables puesto que los suelos contarán con la humedad óptima y necesaria para su perfecto desarrollo, con esto se puede lograr el incremento del volumen hídrico en la Microcuenca Yanama. Con las estructuras que se propone para este programa de cosecha de agua se podrá suministrar de manera equitativa el recurso hídrico en las épocas de estiaje.

#### 4.1.3. Áreas potencialmente favorables

Los espacios que se utilizarán para el programa de cosecha de agua será la Microcuenca Yanama y el sector Yanama aledaño. Las fuentes elementales del recurso hídrico para desarrollar el programa de cosecha de agua en la Microcuenca Yanama son las precipitaciones, ojos de agua, bofedales, acuíferos, manantiales, lagunas, nevados. El área para la cosecha de agua son los suelos, los terrenos están conformados por pendientes con una inclinación de 5% a 45%. La cosecha de agua es una técnica que se va a desarrollar para aumentar el volumen hídrico de la Microcuenca Yanama:

Lugares para desarrollar el Programa de cosecha de agua:

a) Área de captación de las fuentes de agua: se delimita la Microcuenca Yanama como principal fuente de captación de agua, la cual nos permitirá las prácticas que eviten la escorrentía y nos ayuden a una mejor infiltración de aguas de lluvia esto beneficiará a la recarga de los acuíferos, incrementando el volumen de los cuerpos de agua.

- ✓ Humedales
- ✓ Laguna Yanama
- ✓ Acuíferos
- ✓ Canales

b) Áreas donde se desarrolla la actividad agrícola: son los predios familiares con terrenos reducidos o terrenos de la comunidad en la cual se tiene en consideración el terreno parcial o total, el tipo de suelo, los sembríos y el tipo de plantaciones forestales con el que se cuenta.

- ✓ Laderas
- ✓ Áreas rocosas.

- ✓ Quebradas
- ✓ Praderas

La Microcuenca Yanama cuenta con estos sitios estratégicos para proponer el programa de cosecha de agua, estos espacios por su ubicación nos permitirán tener mayor captación y almacenamiento del recurso hídrico, aprovechando las fuentes de agua de la zona y las diferentes estructuras propuestas, esto con la finalidad de incrementar el volumen hídrico de la Microcuenca Yanama. En la siguiente imagen se puede observar las áreas mencionadas anteriormente, por lo que concluimos que estos espacios son adecuados para desarrollar el programa de cosecha de agua porque cuenta con los terrenos y los cuerpos de agua necesarios para que este programa se desarrolle de una manera eficaces y eficiente, pero sobre todo que perdure a través de los años como un proyecto sostenible.



*Figura 12. Vista satelital de la ubicación del Programa y la comunidad beneficiaria. Fuente Google Earth.*

Se puede observar en la imagen satelital la ubicación de la Microcuenca Yanama y delimita las zonas donde se puede desarrollar las áreas de pastos cultivables, praderas y quebradas las cuales benefician por ser áreas potencialmente favorables y aportan al programa de cosecha de agua.



Figura 13. Ubicación de BMs de área de reforestación, zanjas de infiltración y dique de represamiento. Fuente Google Earth.

La fijación de BMs, se establecieron dentro de la zona donde se plantea desarrollar el programa de cosecha de agua y han sido ubicados de forma certera y resaltante, asimismo se tiene en cuenta las siguientes consideraciones para su ubicación, por lo que se está asegurando la proyección a partir de estos ante cualquier contingencia.

El programa cuenta con elementos principales como la recuperación de cobertura vegetal (reforestación), disminución de la erosión en ecosistemas lacustres (zanjas de infiltración) y estructura de almacenamiento de recursos hídricos (construcción de dique de represamiento).

En la imagen se puede observar las áreas potencialmente favorables donde se ubicarán los componentes del programa de cosecha de agua en la Microcuenca Yanama, las cuales cumplen una función importante para que este programa sea eficiente y eficaz, también para que perdure a través del tiempo.

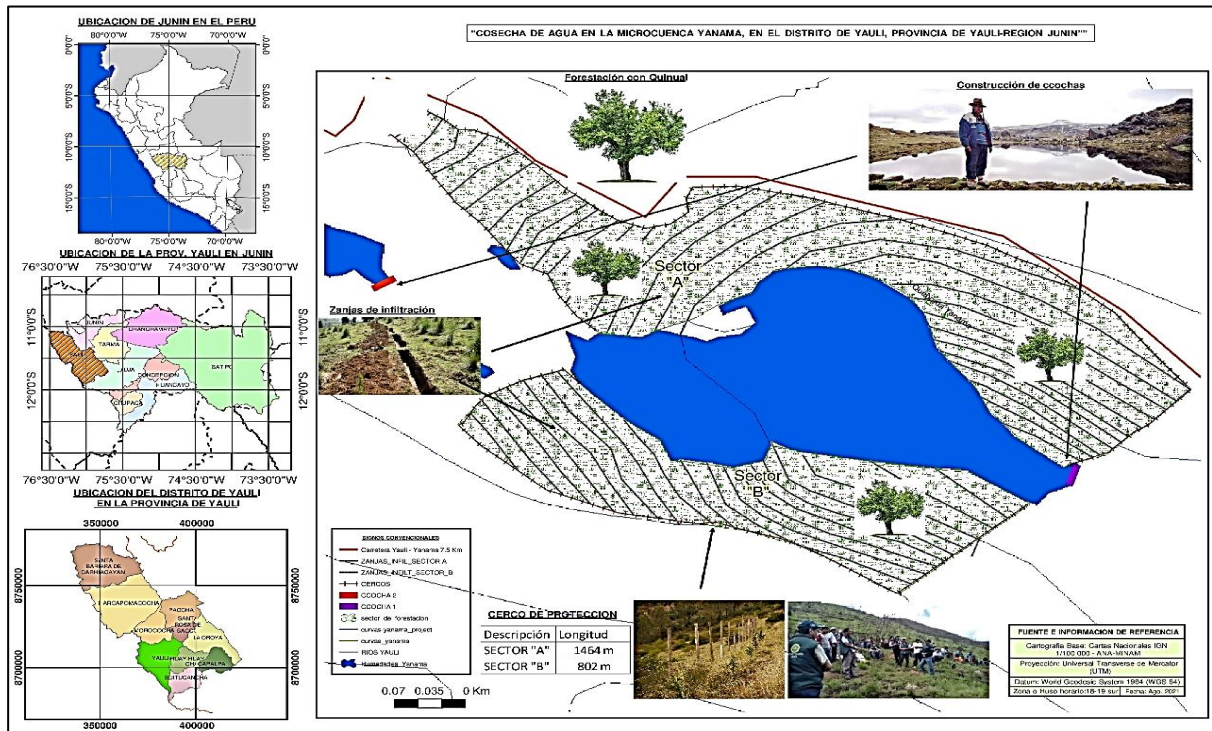


Figura 14. Áreas potencialmente favorables para desarrollar el programa Cosecha de agua en la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.

Cuando se realizó la visita al campo se optó por estos lugares porque cuentan con todas las características para que se pueda desarrollar el programa de cosecha de agua ya sea por su ubicación geográfica, tipo de suelo, la pendiente con la que cuenta, los pastos cultivables y básicamente por el transcurso de la Microcuenca Yanama, por lo cual se presenta las siguientes imágenes de áreas favorablemente potenciales.



Figura 15. Ubicación de las áreas de reforestación, zanjas de infiltración, Qochas y cercos perimétricos. Fuente Elaboración propia.



Figura 16. Áreas potencialmente favorables para desarrollar el programa Cosecha de agua en la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.

#### 4.1.4. Oferta y demanda hídrica para la propuesta del programa de cosecha de agua en la microcuenca Yanama

Coefficiente de escorrentía: con las fórmulas ya definidas en la etapa de gabinete se procede a presentar los resultados conseguidos en lo que respecta a los cuadros de coeficiente de escorrentía, el cálculo de infiltración de aguas, y el balance de oferta hídrica que a continuación se muestran.

Tabla 4. Tabla de coeficiente de escorrentía. Fuente de elaboración propia.

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		PRONUC.	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPREC
Sin vegetación	Impermeable	0.8	0.75	0.7	0.65	<b>0.6</b>
	Semipermeable	0.7	0.65	0.6	0.55	<b>0.5</b>
	Permeable	0.5	0.45	0.4	0.35	<b>0.3</b>
Cultivos	Impermeable	0.7	0.65	0.6	0.55	<b>0.5</b>
	Semipermeable	0.6	0.55	0.5	0.45	<b>0.4</b>
	Permeable	0.4	0.35	0.3	0.25	<b>0.2</b>
Pastos Vegetación Ligera	Impermeable	0.65	0.6	0.55	0.5	<b>0.45</b>
	Semipermeable	0.55	0.5	0.45	0.4	<b>0.35</b>
	Permeable	0.35	0.3	0.25	0.2	<b>0.15</b>
Hierva, Grama	Impermeable	0.6	0.55	0.5	0.45	<b>0.4</b>
	Semipermeable	0.5	0.45	0.4	0.35	<b>0.3</b>
	Permeable	0.3	0.25	0.2	0.15	<b>0.1</b>
	Impermeable	0.55	0.5	0.45	0.4	<b>0.35</b>

Bosques, Densa Vegetación	Semipermeable	0.45	0.4	0.35	0.3	<b>0.25</b>
	<b>Permeable</b>	<b>0.25</b>	<b>0.2</b>	<b>0.25</b>	<b>0.1</b>	<b>0.05</b>

Se observa en el cuadro que en las diferentes áreas con cobertura vegetal, el coeficiente de escorrentía varía según su tipo de suelo y según la inclinación en la que se encuentra por la diversidad de la zona donde se encuentra la Microcuenca Yanama, esto hace aún más factible la propuesta del programa de cosecha de agua, porque tendrá un rol importante en la cobertura vegetal y en el manejo de los suelos. Con la infiltración y escorrentía se incrementará el volumen de los cuerpos de agua de toda la Microcuenca Yanama.

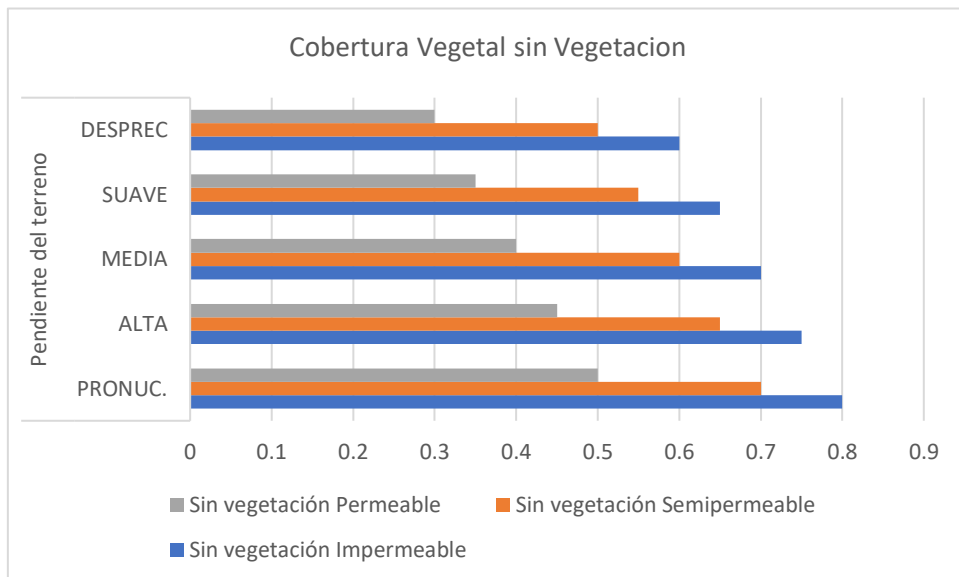


Gráfico 3. Cobertura Vegetal sin Vegetación. Fuente de elaboración propia.

Se observa en el cuadro que los suelos con cobertura vegetal no presentan vegetación impermeable, por lo tanto, son los que poseen mayor coeficiente de escorrentía, mientras que los suelos sin cobertura vegetal permeable cuentan con menor coeficiente de escorrentía, esto se debe a la pendiente con la que cuentan dichos suelos.

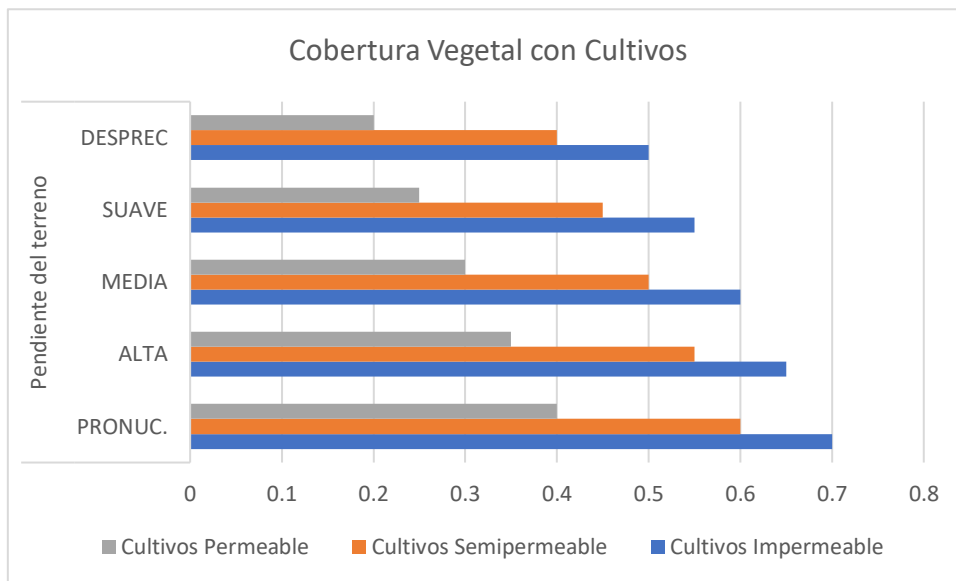


Gráfico 4. Cobertura Vegetal con Cultivos. Fuente de elaboración propia.

Se determina del cuadro que, los suelos con cobertura vegetal que cuenten con cultivos impermeables son lo que presentan mayor coeficiente de escorrentía, por otro lado, los suelos con cobertura vegetal con cultivos permeables cuentan con menor coeficiente de escorrentía, esto por las diferentes pendientes y cultivos que presenta la zona.

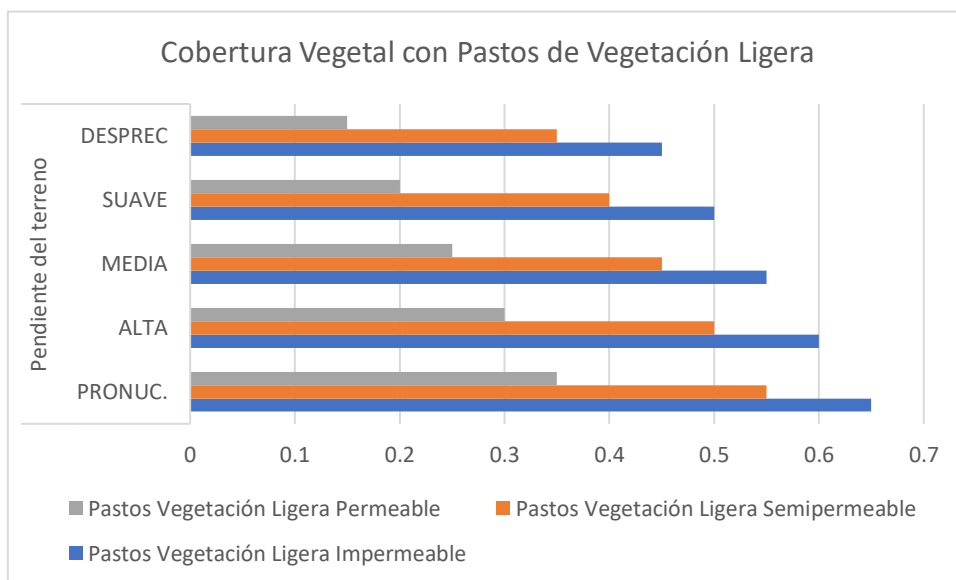


Gráfico 5. Cobertura Vegetal con Pastos de Vegetación Ligera. Fuente de elaboración propia.



Se especifica del cuadro que los suelos que con cobertura vegetal y que cuentan con pastos de vegetación ligera impermeable son lo que presentan mayor coeficiente de escorrentía, por otro lado, los suelos con cobertura vegetal con pastos de vegetación ligera semipermeables poseen una cantidad intermedia de coeficiente de escorrentía, mientras que los pastos de vegetación ligera permeable son lo que presentan menor coeficiente de escorrentía, esto se presenta en la zona donde se encuentran estos terrenos.

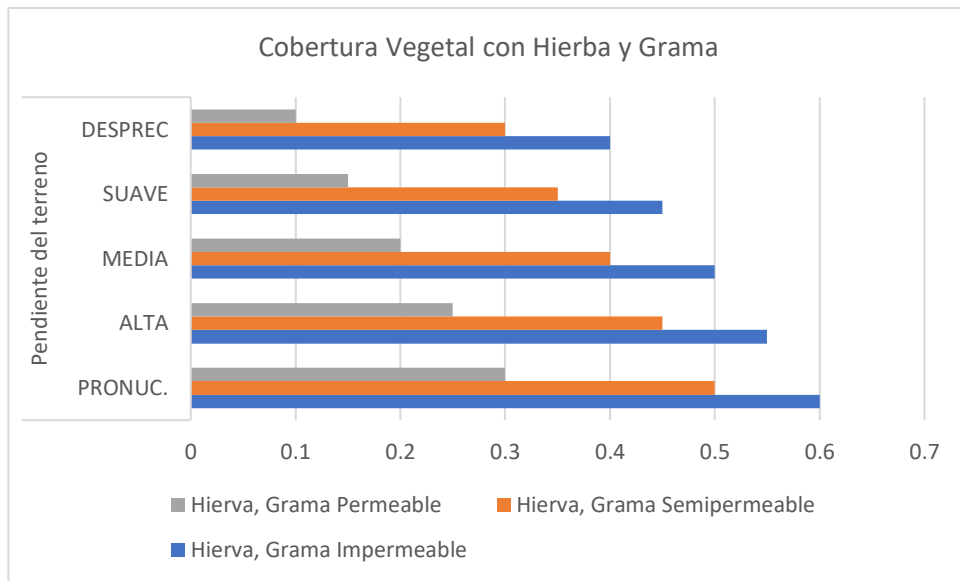


Gráfico 6. Cobertura Vegetal con Hierba y Grama. Fuente de elaboración propia.

Del cuadro vemos que los suelos con cobertura vegetal y que presenten hierba y grama impermeables son lo que cuentan con mayor coeficiente de escorrentía, por otro lado, los suelos con cobertura vegetal con hierba y grama impermeables cuentan con menor coeficiente de escorrentía, esto se da por los diferentes tipos de hierba de la zona y la grama que se presenta al momento de preparar los terrenos agrícolas.

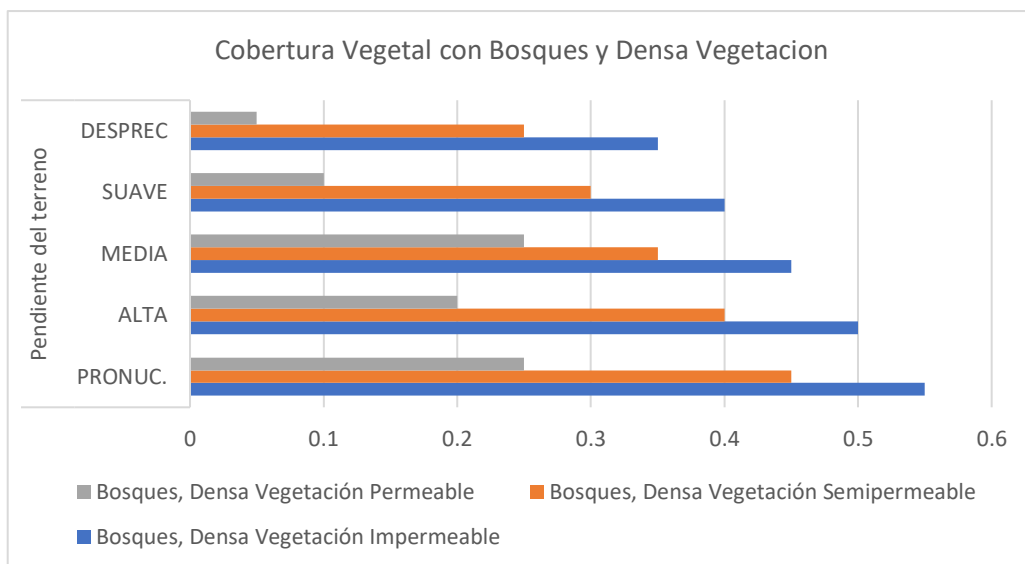


Gráfico 7. Cobertura Vegetal con Bosques y Densa vegetación. Fuente de elaboración propia.

Del cuadro se observa que los suelos que con cobertura vegetal con bosques y densa vegetación impermeables son los que tienen mayor coeficiente de escorrentía, por otro lado, los suelos con cobertura de bosques y densa vegetación permeables cuentan con menor coeficiente de escorrentía, mientras que los suelos con cobertura vegetal de bosques y densa vegetación semipermeables son los que poseen una cantidad intermedia de ambos tipos de permeabilidad, lo que también hace que beneficie al programa de cosecha de agua.

Cálculo de infiltración de agua: Con los datos y las fórmulas mencionadas anteriormente se realiza el cálculo de infiltración de aguas para un total de catorce hectáreas las cuales están dentro de la Microcuenca, para lo cual se trabaja con un coeficiente de escurrimiento de 0.65, por consiguiente, se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 5. Tabla de cálculo de infiltración de agua. Fuente de elaboración propia.

Mes	Pp cm	S	Ia cm/mes	INFILTRACION cm/mes	VOLUMEN m <sup>3</sup> /mes
Enero	10.53	18.57	3.71	8.70	12612.02
Febrero	10.54	18.57	3.71	8.70	12621.72
Marzo	9.85	18.57	3.71	8.33	12076.85
Abril	4.19	18.57	3.71	4.18	6062.01
Mayo	0.99	18.57	3.71	0.52	753.10
Junio	0.49	18.57	3.71	0.00	0.00
Julio	0.38	18.57	3.71	0.00	0.00
Agosto	0.75	18.57	3.71	0.18	263.43
Setiembre	2.54	18.57	3.71	2.46	3570.13
Octubre	5.97	18.57	3.71	5.73	8307.78

Noviembre	6.31	18.57	3.71	5.99	8688.88
Diciembre	9.06	18.57	3.71	7.86	11403.24
<b>Total</b>					<b>76359.16</b>

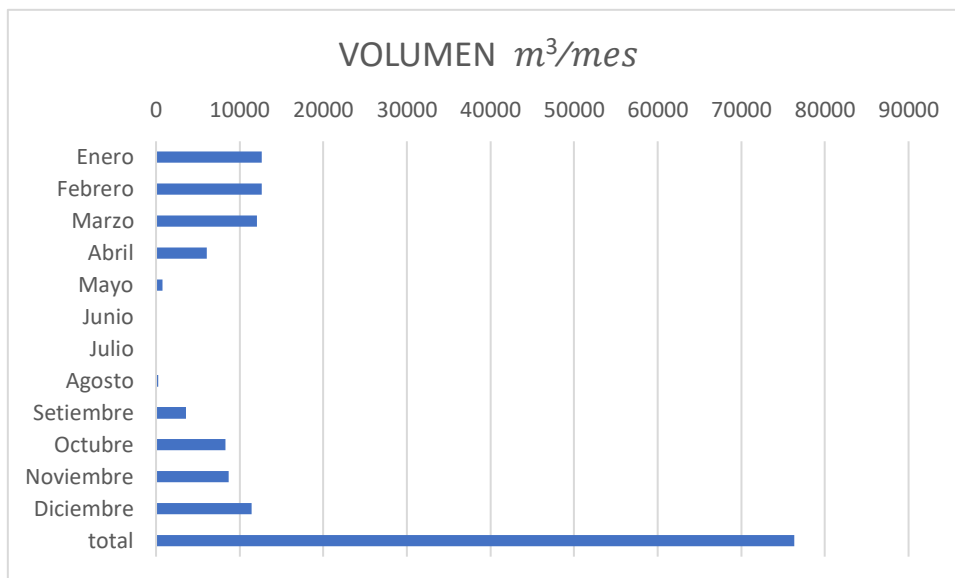


Gráfico 8. Volumen de escorrentía en  $m^3/mes$ . Fuente de elaboración propia.

En el gráfico se observa que en los meses de octubre hasta abril se adquiere mayor volumen, mientras que en los meses de mayo hasta agosto hay escasez o en algunos casos es nulo el volumen hídrico. Realizando los cálculos necesarios se obtiene un volumen total de  $76359.16 m^3/mes$  lo cual hace posible que la propuesta del programa de cosecha de agua se pueda desarrollar sin ningún inconveniente, puesto que se contará con el volumen necesario para recargar los cuerpos de agua y por ende las estructuras propuestas, esto trae como beneficio a la zona baja de cuenca ya que en tiempo de estiaje podrán contar con el recurso hídrico para regar sus cultivos y también por la infiltración, se mejorará la cobertura vegetal, disminuirá la erosión de los suelos, se regulará el régimen hídrico, mejorará la biodiversidad y se contará con una mejora paisajística de la Microcuenca Yanama.

Balance oferta - demanda hídrica: para realizar este cuadro la municipalidad distrital de Yauli mediante la oficina de EMSAPA nos proporcionó los datos de la oferta y demanda del agua, donde se observa que se presenta un déficit hídrico en la zona; por lo cual se realizó los cálculos necesarios para determinar el volumen hídrico con la propuesta del programa de cosecha de agua en la Microcuenca Yanama; a continuación, se muestra el siguiente cuadro.

Tabla 6. Balance de oferta hídrica para el Programa de Cosecha de agua en la Microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.

Año	Brecha oferta-demanda sin el Programa			Brecha oferta-demanda con el Programa		
	Oferta (m <sup>3</sup> )	Demanda (m <sup>3</sup> )	Superávit (+) /déficit (-)	OFERTA (m <sup>3</sup> )	DEMANDA (m <sup>3</sup> )	Superávit (+) /déficit (-)
0	104068.54	156103.81	-52035.27	180427.7	156255.01	<b>24172.69</b>
1	104068.54	156103.81	-52035.27	180427.7	154058.39	<b>26369.31</b>
2	104068.54	156103.81	-52035.27	180427.7	151892.64	<b>28535.06</b>
3	104068.54	156103.81	-52035.27	180427.7	149757.35	<b>30670.35</b>
4	104068.54	156103.81	-52035.27	180427.7	147652.07	<b>32775.63</b>
5	104068.54	156103.81	-52035.27	180427.7	145576.38	<b>34851.32</b>
6	104068.54	156103.81	-52035.27	180427.7	143529.88	<b>36897.82</b>
7	104068.54	156103.81	-52035.27	180427.7	141512.14	<b>38915.56</b>
8	104068.54	156103.81	-52035.27	180427.7	139522.78	<b>40904.92</b>
9	104068.54	156103.81	-52035.27	180427.7	137561.37	<b>42866.33</b>
10	<b>104068.54</b>	<b>156103.81</b>	<b>-52035.27</b>	<b>180427.7</b>	<b>135627.54</b>	<b>44800.16</b>

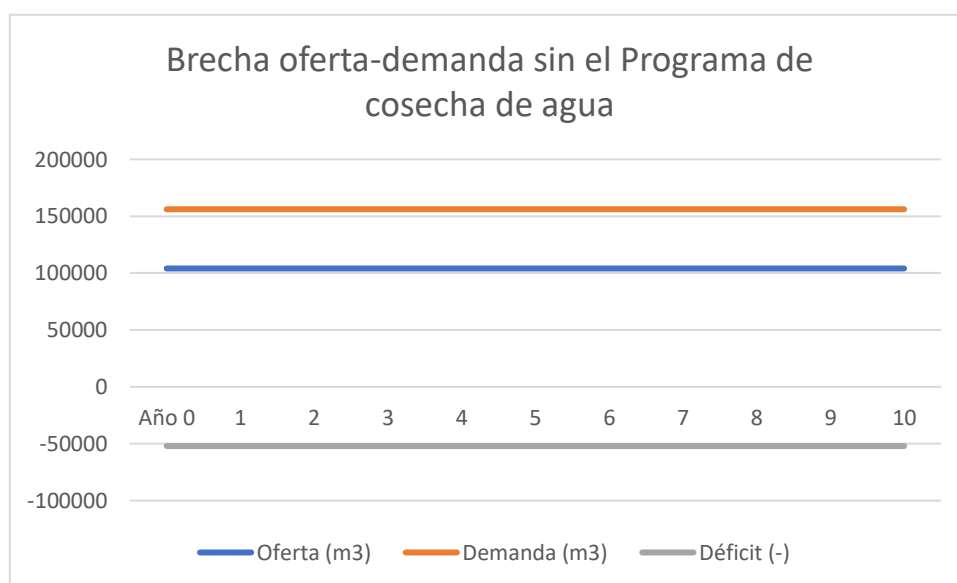


Gráfico 9. Brecha oferta-demanda sin el Programa de cosecha de agua. Fuente de elaboración propia.

En la oferta y demanda sin la propuesta del programa de cosecha de agua se evidencia que hay un déficit hídrico en la Microcuenca, esto es el resultado del mal uso del agua que se da en la agricultura. La escasez de las precipitaciones, las sequías inusuales que se presentan en la zona, frente a una evaluación de calidad del agua asociado con el drenaje ácido en el río Yauli, evidencia su contaminación provocada por las minerías a través de los relaves mineros y bocaminas sin

ejecutar su plan de cierre, esta contaminación supera al ECA agua para categoría 3, donde se muestra que hay presencia de iones de hierro alterando la calidad del agua de esta zona(59), este resultado genera el desabastecimiento del líquido elemento para todos los sectores de la población así como el déficit hídrico en la microcuenca Yanama.

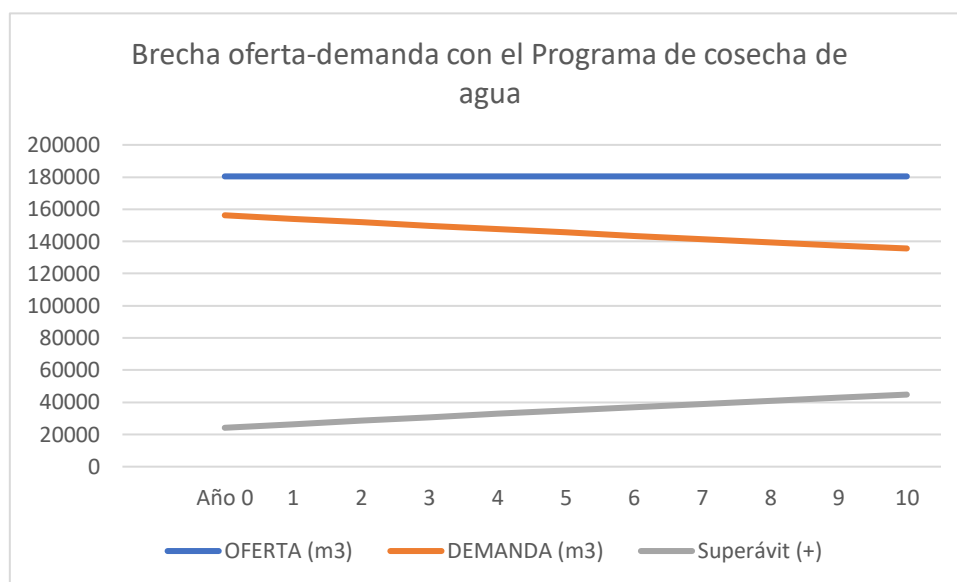


Gráfico 10. Brecha oferta-demanda con el Programa de cosecha de agua. Fuente de elaboración propia.

En la oferta y demanda con el programa de agua, se plantea ver el incremento del volumen hídrico en los siguientes 10 años, realizando los cálculos con las fórmulas mencionadas en la etapa de gabinete, se evidencia que la propuesta del programa de cosecha tendrá un incremento exponencial cada año, lo cual hace que esta propuesta sea un proyecto sostenible, esto se debe a las estructuras, reforestación, manejo de praderas, entre otros propuestos para este programa, se tendrá un superávit, con lo que se podrá contar con el recurso hídrico todo el año, tales resultados beneficiará a toda la población porque podrán aprovechar para realizar 2 cultivos por año, los pastos cultivables y las praderas no se verán afectados por las sequías inusuales que se presentan en la microcuenca puesto que se podrá abastecer de riego en estas épocas, reducirá la explotación de los cuerpos de agua, disminuirá el impacto ambiental y la huella hídrica que se está generando en la zona, incrementará la humedad de los suelos aledaños e incrementarán los cuerpos de agua de toda la Microcuenca Yanama.



En el sector educación, el distrito de Yauli cuenta con centros educativos en los niveles de inicial, primaria y secundaria, ubicados en sus centros poblados respectivamente, varios de ellos no cuentan con las condiciones adecuadas para el buen desempeño escolar.

Correspondiente al sector salud, el distrito de Yauli cuenta con puestos de salud, donde se brinda atención básica y preventiva.

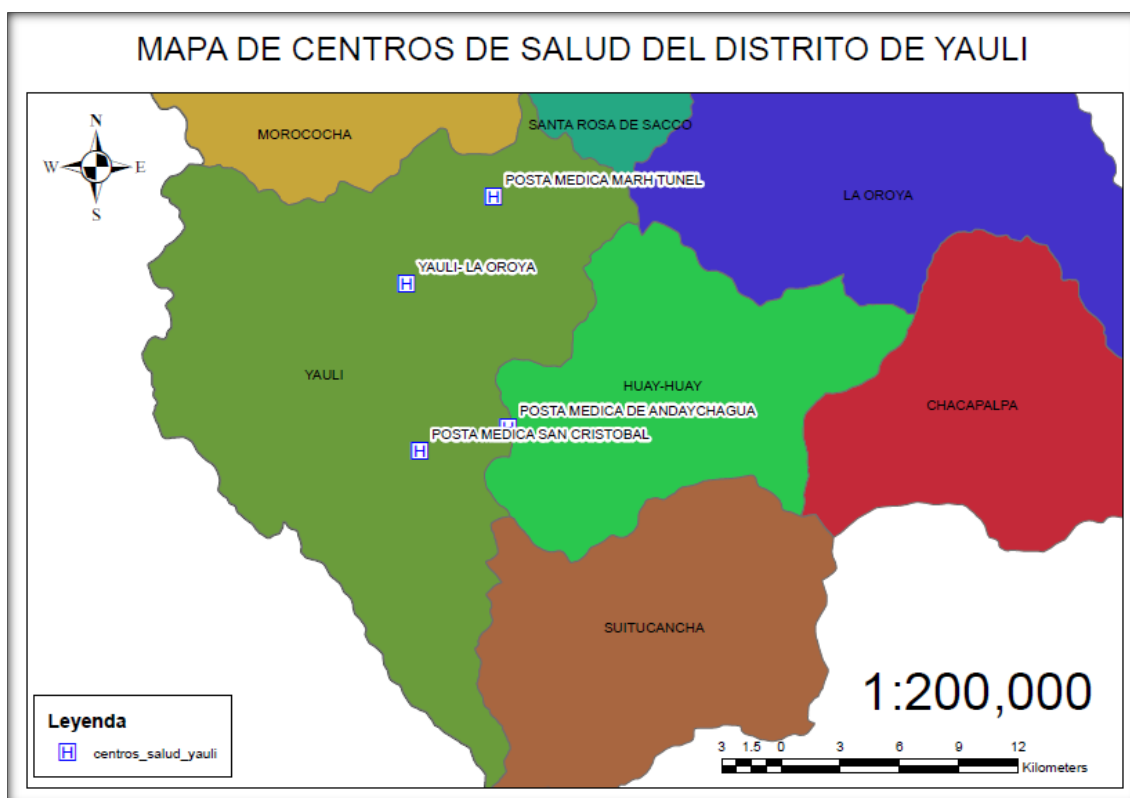


Figura 18. Mapa de centros de salud del distrito de Yauli. Fuente de elaboración propia.

Las actividades productivas en el distrito de Yauli son la ganadería y la agricultura, en los últimos años tiene un crecimiento exponencial, lo que conlleva al incremento de los ingresos económicos, adicionalmente las viviendas en su mayoría son rústicas, las paredes son de adobe o la tapia, los techos tienen tejas o calaminas, y los pisos son de tierra, madera o cemento. Las familias de Yauli cuentan con los servicios básicos de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica.

El acceso a la Microcuenca Yanama es por vía terrestre, con una carretera afirmada que tiene una longitud de 9.15 Km. desde la comunidad de Yauli.

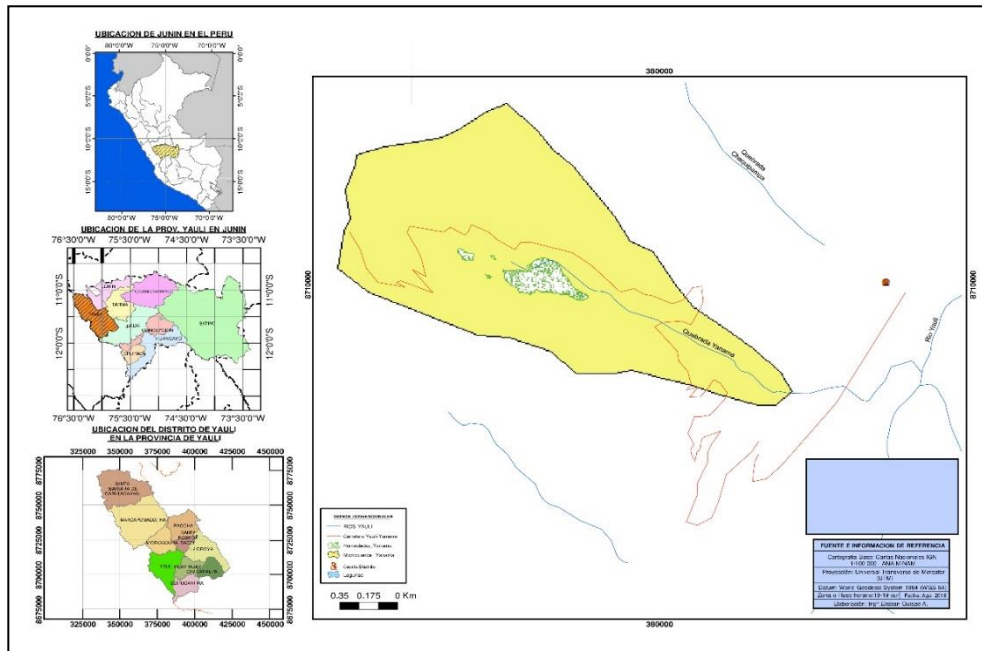


Figura 19. Acceso a la microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia.

#### 4.1.5.1. Cosecha de agua como un conocimiento local

El conocimiento local, será entonces la consecuencia de ganar experiencias y técnicas reunidas en un área socio ambiental determinado, es decir, son parciales, desarrolladas y se adquieren de forma experimental. Este conjunto hace que el proyecto sea de forma implícita y difícil de establecer una metodología ya que por su complejidad resulta más complicado su replicación a partir de una fórmula determinada. La cosecha de agua que se realizará en la Microcuenca Yanama corresponde a un conjunto de conocimientos locales, esto se debe a que se realiza en un ambiente concreto en el que se viene dando una variabilidad climática de forma apresurada teniendo como consecuencia, la escasez hídrica en la zona. Por estas razones se requiere recuperar los conocimientos y técnicas ancestrales locales las que se combinan con las técnicas actuales, como la forestación con especies nativas que captan y almacenan agua y las prácticas agrícolas sostenibles. Este programa se produce a raíz de un ambiente de variabilidad, lo que hace que tome en cuenta el concepto de “Metis”, donde menciona que, todas las áreas involucran el desarrollo del conocimiento específico y práctico de su medio y se desarrolla en zonas donde la variabilidad es mayor, de modo que la adaptación también será mayor. Por otra parte, para realizar el



programa de cosecha de agua se debe contar con los conocimientos y técnicas exactas, es decir que, los pobladores necesitan conocer temas sobre los cambios climáticos y el porqué de la escasez hídrica, a partir de esto se determina en qué épocas y etapas se debe llevar a cabo este programa. Es decir, se crea una experiencia en los pobladores sobre su medio ambiente y por otra parte, a partir de la presente investigación se generará el conocimiento de cosecha de agua con métodos y técnicas para incrementar la disponibilidad hídrica sea para el consumo humano o para uso agrícola, esto con la finalidad de ser un proyecto de desarrollo sostenible. Así que, el programa de cosecha de agua se va a desarrollar a partir de un conjunto de conocimientos locales, las cuales serán transmitidas de generación en generación con el objetivo de crear cultura ambiental en la población y el mantenimiento a través de los años, logrando a lo largo del tiempo una población experta en cosecha de agua en la Microcuenca Yanama, con una mejor calidad de vida, mejores pastos cultivables, aumento de ganado. Un mejor ambiente en esta localidad no solo va a crear el conocimiento local sino también va a contribuir con los objetivos del desarrollo sostenible como tener agua limpia para la Microcuenca, la provincia de Yauli será una comunidad sostenible, tendrá una buena acción por el clima ya que se crearán microclimas y se mejorará la biodiversidad alrededor de la Microcuenca Yanama.

#### 4.1.5.2. Campaña de sensibilización en gestión y manejo de recursos hídricos.

El desarrollo de la sensibilización en gestión de los recursos hídricos está relacionado con su conservación y manejo, manteniendo un objetivo, que la población tome mayor conciencia y respeto por los recursos naturales, este evento se realizará aprovechando alguna asamblea comunal, ya que en estas reuniones es donde hay una gran acogida de sus pobladores. El objetivo de la sensibilización es la conservación de ecosistemas acuíferos, los cuales están orientados a la población donde se elaborará el proyecto, durante estas charlas se hará uso de los siguientes medios y materiales.

- Material impreso
- Folletos
- Afiches
- Emisión radial

- Planificación del trabajo comunal

Los principales responsables de que este programa pueda tener relevancia en el tiempo son los comuneros en coordinación con el gobierno local, ambas partes realizarán los trabajos necesarios para lograr una mayor captación de agua mediante el programa cosecha de agua. Para lograr los objetivos propuestos se llevará a cabo reuniones de coordinación y cooperación (permisos, actas, entre otros), las cuales tengan un respaldo ya sea por ordenanzas municipales, cuadro de multas y sanciones comunales, esto tiene como finalidad prevenir conflictos sociales, consolidar la puesta en marcha y así poner tener un desarrollo sostenible de los métodos de cosecha de agua que traerá múltiples beneficios para ambas partes.

#### 4.1.5.3. Recuperación y mantenimiento de los suelos.

Generar microclimas propicios para el crecimiento y producción de cultivos y crianza de ganado.

- Valorización de predios
- Mejoramiento de la biodiversidad
- Incremento del volumen hídrico de la zona

Para el logro de los objetivos planteados se planificarán tres etapas tanto como para su organización y acuerdos de los trabajos que se van a realizar.

**Etapa 1:** Elaboración del programa de cosecha de agua.

En esta etapa se realiza el reconocimiento de la Microcuenca Yanama, para obtener datos relacionados con el área de captación.

Se lleva a cabo una asamblea entre comuneros y el gobierno local para la presentación de la propuesta del programa de cosecha de agua en la Microcuenca Yanama, se delimita la zona de la Microcuenca, así como también de los terrenos comunales aledaños, el gobierno se encarga de la toma de información técnica (tipo de suelos, topografía, relieve, entre otros) y la comunidad brinda todas las facilidades para que se realicen todos los estudios necesarios.

**Etapa 2:** Poner en práctica el programa de cosecha de agua.

En esta etapa se desarrolla todo el programa de cosecha de agua de acuerdo a la zonificación de la Microcuenca Yanama.

El gobierno local orienta el cumplimiento de las técnicas de cosecha de agua, provee de los materiales necesarios para la construcción de los sistemas de almacenamiento de agua así como de las semillas cultivables para mejorar su producción agrícola, todo esto es posible porque se encuentra dentro del marco la política de la segunda reforma agraria planteada por el estado, donde expone que la siembra y cosecha de agua son proyectos de suma importancia para mejorar la producción agrícola y calidad de vida de los agricultores(60). Por su parte, la comunidad ejerce la fiscalización de los trabajos que se van a realizar, esto mediante su comité especializado de fiscalización que establece la ley general de comunidades(61) con el fin de garantizar la culminación de dicho programa en el tiempo establecido y que se realicen obras de calidad, para luego dar aprobación a los trabajos realizados por el gobierno local con la presencia de sus representantes(39).

**Etapa 3:** Mantenimiento del programa cosecha de agua.

En esta etapa se desarrolla la post ejecución del programa, realizando mantenimientos periódicos.

El gobierno mediante el comité técnico asesor del MIDAGRI proporcionará de especialistas a la Municipalidad de Yauli los cuales se encargarán de dar el asesoramiento técnico y brindar los materiales precisos para realizar los mantenimientos necesarios según la ley 30160 en su artículo 1°, declara de interés nacional la siembra y cosecha de agua, así como su capacitación y la inclusión social(62), como parte del programa de cosecha de agua los comuneros organizan reuniones de coordinación en épocas de estiaje donde se ejecutan faenas de mantenimiento en las estructuras y en los terrenos agrícolas involucrados en el programa de cosecha de agua, con la finalidad de convertirse en un proyecto sostenible, el cual también potencia las expresiones sociales de organización comunitaria y se recupera las formas de organización ancestral para el trabajo en equipo, como la minka, estas a su vez fortalecen sus capacidades que

servirán de garantía de sostenibilidad según los lineamientos del programa nacional agrario(63).

#### 4.1.6. Diseño del programa de cosecha de agua en la Microcuenca Yanama

Para la elaboración del diseño del programa de cosecha de agua se tomó en consideración los métodos y técnicas que recomienda el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego(60), el manual técnico de Qochas del PACC(64), las Guías de siembra y cosecha de agua de FONCODES(65), WATHER FOR PEOPLE(39), CLACSO(30), Programa Nacional de Siembra y Cosecha de Agua(66), la política nacional agraria(63) y el manual de manejo de pastos y praderas de FONCODES(32) , la cual se detalla a continuación.

##### 4.1.6.1. Tecnologías de cosecha de agua

Son métodos dirigidos para incrementar la disponibilidad hídrica, estas metodologías se encargan de captar el agua que proviene de las lluvias y de las fuentes de agua que son estables para consolidar la recarga hídrica de la Microcuenca Yanama y así poder contar con mayor disponibilidad del recurso hídrico, para ello se cuenta con diferentes técnicas que permitirán incrementar la Microcuenca Yanama y lograr un mejor rendimiento de las áreas de afloramiento del recurso hídrico, destacando las siguientes:

- a) Método mecánico estructural: entre las más importantes destacan las acequias o zanjas de infiltración y diques para controlar las cárcavas.
- b) Método vegetativo: se realiza la reforestación con plantaciones nativas con menor consumo hídrico, las que a su vez ayudan a captar y almacenar el agua, el manejo y conservación de pastos naturales para mejorar la cobertura vegetal de la microcuenca y la clausura de praderas para recuperar áreas deterioradas ya sea por los fenómenos climáticos o por la intervención del hombre.
- c) Método agrónomo: manejo de abonos orgánicos (guano de los animales de la zona), para brindar mayores nutrientes a los suelos y se debe realizar dos cosechas por año.
- d) Estructuras artificiales de diversos tamaños: son pequeños, medianos y grandes, se aprovecha los cuerpos de agua y los sistemas diseñados para las laderas.

Todos estos métodos contribuyen al fortalecimiento del incremento del volumen hídrico. En ese sentido se debe contar con evidencias documentadas para fortalecer las áreas que se va a intervenir y mejorar para poder replicar en otras zonas de la Microcuenca Yanama. Para el programa de cosecha de agua se contará con las siguientes estructuras:

- ✓ Acequias o zanjas de infiltración.
- ✓ Canales de infiltración (“amunas”), mamanteo.
- ✓ Qochas
- ✓ Aliviadero
- ✓ Reservorios

#### 4.1.6.2. Descripción del funcionamiento y diseño de las Qochas, acequias y zanjas de infiltración

##### 4.1.6.2.1. Elaboración y diseño de las Qochas, acequias y zanjas de infiltración.

Determinación del procedimiento de estructuras de almacenamiento del recurso hídrico. Para realizar la cosecha de agua es necesario la siguiente estructura:

- a) Limpieza manual del terreno: consiste en la eliminación de materiales presentes en la microcuenca Yanama como desmorte, restos de vegetación, arbustos, raíces, piedras y todo material que se considere perjudicial para lograr una superficie uniforme.
- b) Trazo y marcación: este procedimiento abarca los trabajos topográficos, que son de vital importancia para hacer el planteo del programa y causales arreglos a lo largo del tiempo. Solicitando constante ayuda de profesionales y controlando los resultados, se delimita en el área el boceto geométrico de los ejes y niveles, permaneciendo las cotas señaladas en los planos, teniendo en consideración las medidas de las zonas de los componentes elementales. Para un seguimiento correcto se tiene que observar los puntos de referencias, diseños de cotas, estacas de ayuda, niveles pronosticados, etc. con el fin de garantizar que las pautas que señalan los planos se lleven a cabo en el terreno.
- c) Excavación en el terreno: las excavaciones son de la dimensión precisa y corresponde al diseño para el asentamiento de la estructura del dique y de la Qocha. La excavación debe realizarse de acuerdo con las

medidas planteadas en los planos, respetando los límites del planteo, la parte del fondo de la zanja debe estar libre y llana teniendo en cuenta la napa freática del lugar.

- d) Acarreo de tierra: reside en el transporte y provisión de materia para rellenar, haciendo uso de herramientas de carga y transporte, hasta la zona de la estructura a conformar, el material conseguido es el que se encuentra cerca de la construcción del dique de la Qocha de preferencia aguas arriba, también debe ser seleccionado separando las piedras medianas a grandes, el transporte se realizará por medio de carretillas.
- e) Conformación de muros inclinados: consiste en el equipo humano que realizará las acciones primordiales para rellenar, colocar y compactar los materiales para la estructura de la Qocha sobre un área debidamente preparada, esto con el fin de aumentar la estructura o levantar el nivel de los suelos hasta lograr las cotas indicadas según los planos.
- f) Suministro de instalación de geomembrana: consiste en el suministro e instalación de un geotextil y una geomembrana como impermeabilizante, el geotextil, está elaborado para resistir las embestidas del punzonamiento, además permite cumplir con su función impermeabilizante. La fijación de la geomembrana se efectúa sobre un área que cuenta con una base, la cual debe estar en su totalidad libre de componentes punzocortantes que pueden perjudicar la geomembrana y podrían reducir su capacidad de impermeabilizar.
- g) Rebose para dique: abarca la provisión, el traslado y la colocación de tubos de PVC para el rebose de excedencias, esto será de acuerdo a los planos.

Para la elaboración de los diseños, se tiene en cuenta las curvas de nivel, esto según la ubicación donde estarán las estructuras.

- a) **Zanjas de infiltración:** los criterios que se tiene en cuenta son técnicos y sociales para determinar su ubicación, se basan en la hidrogeología, esto es determinante para ubicarse en áreas de acuíferos de recarga de agua. Las áreas donde se realizan los trabajos de conservación de suelos se encuentran en pendientes altas van desde los 25% hasta los 60%, donde las zanjas de infiltración obstaculizan y reducen la velocidad del agua y

por consiguiente su fuerza de erosión. En su mayoría son áreas de pastoreo, protección, con poca presencia de rocas, estos suelos presentan profundidades que varían de 25 a 50 cm. para lo que se realizan trazos de las curvas de nivel y se procede a señalar las zanjas para su apertura, una vez delimitado el área donde se construirán las zanjas de infiltración, se comienzan con las excavaciones, las zanjas tienen una estructura trapezoidal, con divisiones entre zanjas para poder tener una mayor infiltración. La división de las zanjas de infiltración será por medio del sistema de zanjas imbricadas o tresbolillo, el beneficio de este diseño es que una zanja individual va a compensar a otra en situaciones extremas cuando se presente el rebalse de las aguas. En la siguiente imagen, se evidencia la división que tendrán las zanjas de infiltración en las áreas de tratamiento.

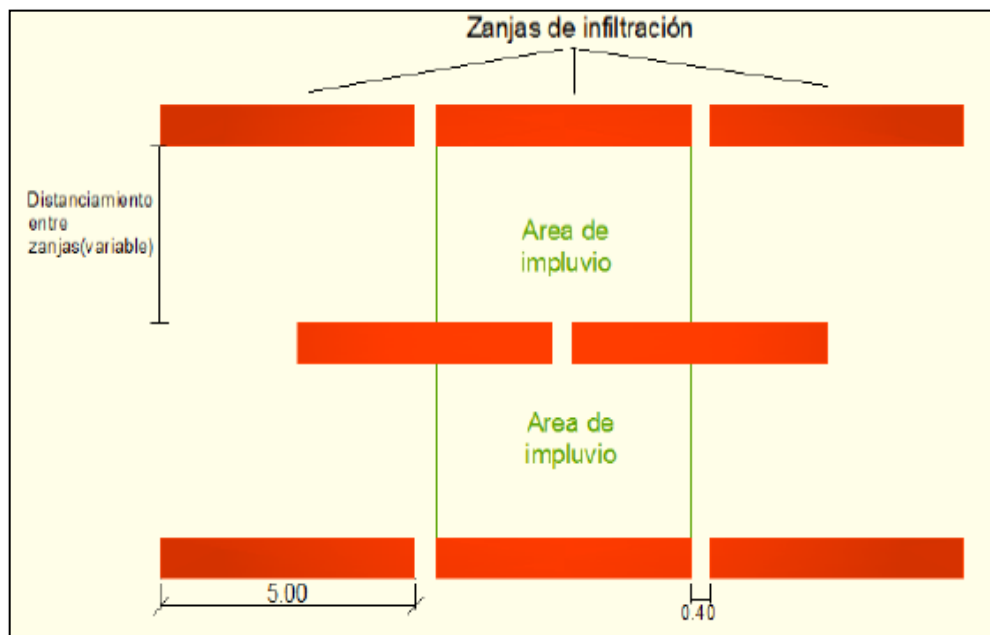


Figura 20. Sistematización de Zanjas Imbricadas. Fuente de elaboración propia.

Las zanjas de infiltración cuentan con las siguientes dimensiones: el ancho del borde superior (0.50m), el ancho de la base (0.30m), profundidad (0.30m y 0.25 m), una inclinación de los taludes (talud aguas arriba 1:1 y el talud aguas abajo 0.5:1). Ver siguiente imagen.

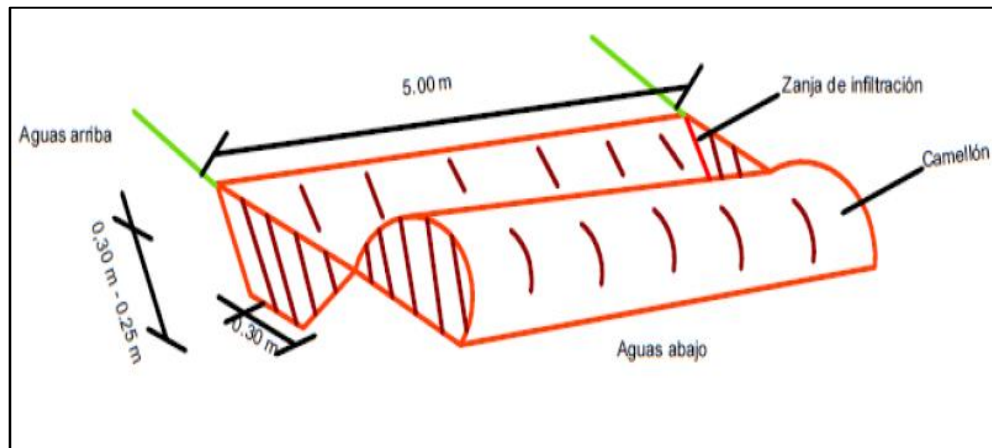


Figura 21. Sistematización de Zanjas Imbricadas. Fuente de elaboración propia.

Por el distanciamiento de zanjas, se puede construir 60 cajones por hectárea, cada uno de 5m. y tendrá una distribución alrededor de 6 filas. Para su construcción, se inician las excavaciones desde la parte más alta de la ladera hacia abajo de acuerdo con el trazado que se realizó en el terreno. Para el acabado final se deja un margen de seguridad en la parte del borde inferior de 0.20cm, como prevención de la colmatación que se puede presentar en la zanja de infiltración. Para la apertura de la zanja, la tierra extraída se coloca en el borde inferior, con la finalidad de otorgarle una sobre elevación conocida como "camellón", esto traerá como beneficio el aumento de la capacidad de captación de las aguas.

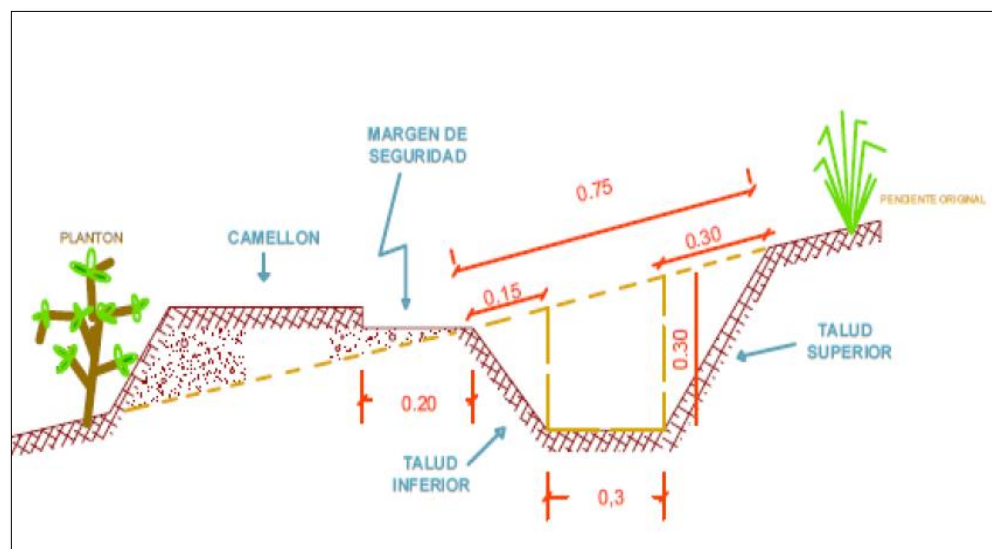


Figura 22. Corte transversal de las zanjas de infiltración. Fuente de elaboración propia.



b) **Acequias:** se cuenta con dos modelos que a continuación se detalla.

- **Acequia colectora:** se construirá canales en la parte superior de las Qochas, con el fin de almacenar agua de lluvia la que se desliza por los terrenos cercanos de la microcuenca, obteniendo mayor volumen hídrico, con este método también se podrá captar aguas de infiltración de los afluentes, bofedales de las partes más altas de la Microcuenca Yanama, de esta manera se optimiza el aprovechamiento del recurso hídrico. El largo y ancho de este tipo de acequias depende del volumen de agua que se pretende almacenar y debe contar con una mínima pendiente para evitar el acarreo de materiales(67).



Figura 23. Diseño de acequias colectoras. Fuente FONCODES Siembra y cosecha de Agua. Disponible en [https://www.iproga.org.pe/download/guia\\_s\\_cosecha.pdf](https://www.iproga.org.pe/download/guia_s_cosecha.pdf)

- **Acequias de excedencia:** este tipo de acequia, no permite evacuar las aguas excedentes, mejorando así la humedad de los terrenos secos en la parte inferior de las Qochas. Se ubicará en zonas topográficas adecuadas para que tenga un mejor rendimiento, no es indispensable que su ubicación cuente con pendiente, se puede ubicar en partes planas la cual puede servir como recarga de acuíferos(67).
- **Aliviadero:** se construye en el extremo de la parte alta del dique, con el fin de evacuar el excedente de agua de las Qochas, su ubicación será donde el terreno cuenta con una mínima pendiente esto permitirá que no se erosione y malogre el dique. El ancho con el que se contará dependerá del volumen de agua que va a ingresar a la Qocha.



Figura 24. Diseño del aliviadero y de la acequia excedente. Fuente FONCODES Siembra y cosecha de Agua. Disponible en [https://www.iproga.org.pe/descarga/guia\\_s\\_cosecha.pdf](https://www.iproga.org.pe/descarga/guia_s_cosecha.pdf)

c) Qochas: antes de comenzar los trabajos se procede a limpiar todo tipo de vegetación tales como arbustos, piedras, raíces y todo material que pueda dañar el proyecto hasta lograr una superficie uniforme que nos permita realizar las marcaciones correspondientes. Se procede a realizar los trazos en el terreno de forma geométrica en los ejes y niveles manteniendo las cotas referenciales y teniendo cuidado especial en las medidas de las divisiones de los componentes sistemáticos, cumpliendo las especificaciones técnicas ya establecidas. Para las excavaciones se tiene en cuenta la altura porque se llega a la napa freática y la parte del fondo debe estar limpio y sólido. Para la preparación de los muros con talud se tendrá en cuenta su ubicación ya que deben estar aguas arriba del dique y se utiliza piedras de medianas a grandes. Para los muros inclinados se realiza el relleno, colocación y compactación de todos los materiales para elaborar el cuerpo de las Qochas sobre un terreno ya previamente preparado, las Qochas tienen como objetivo consolidar la base del terreno o aumentar el nivel de la parcela hasta lograr las cotas adecuadas. Esto se logra con la siguiente metodología, luego de la preparación del terreno el material que sirve de relleno será cubierto en cantidades proporcionadas

para lograr capas horizontales de 30 cm de grosor, luego de su compactación.

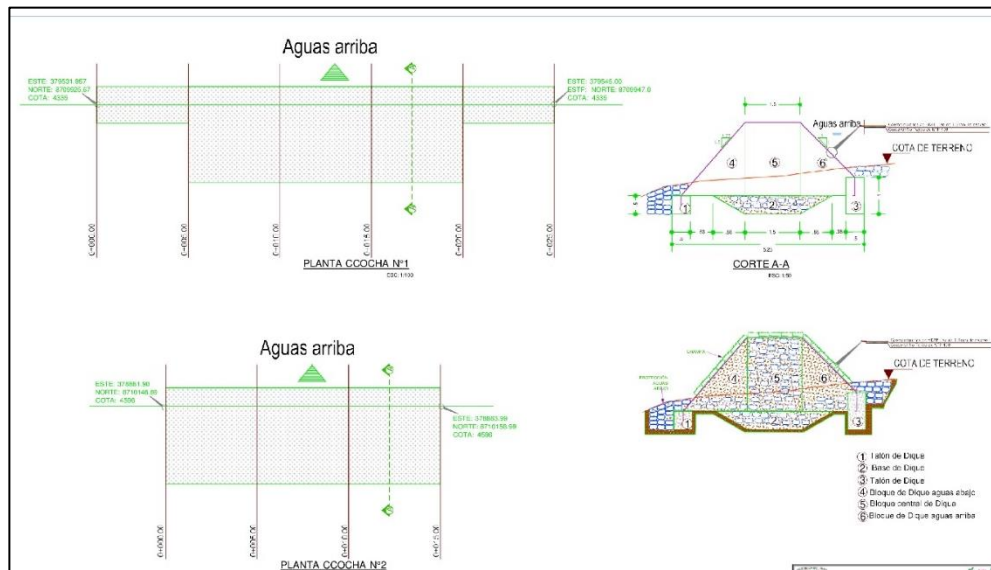


Figura 25. Diseño de Qochas. Fuente de elaboración propia.

El presente diseño no permite el riego superficial en épocas de estiaje en los pastos naturales permitiendo mejorar la producción de los recursos hídricos e incrementar el caudal, por esa razón se considera que será beneficioso durante todo el año, esto permite mayor disponibilidad del recurso hídrico para las actividades antrópicas propias de la comunidad, además tiene relación directa con la mejora de los pastos cultivables y la cobertura vegetal, disminuyendo la erosión de los suelos, también influye en la regeneración hídrica de los cuerpos de agua cercanos. En la Microcuenca Yanama se forma un microclima que incrementa la humedad relativa, esta última se da mediante la evaporación que se produce en los suelos, reduciendo las heladas y las olas de friaje, lo que permite mejorar las condiciones en las zonas agrícolas cercanas, asimismo, atraerá a la fauna silvestre que beneficia a los ecosistemas de las Qochas, al mismo tiempo permitirá la aparición de especies de la zona mejorando la biodiversidad de la Microcuenca Yanama.



*Figura 26. Zona de alrededores de la Microcuenca Yanama. Fuente de elaboración propia*

#### 4.1.6.3. Diseño de reforestación

En la Microcuenca Yanama se realizarán plantaciones con especies nativas las cuales cumplen una función relevante dentro del proyecto debido a su naturaleza, son plantas llamadoras de agua y benefician a las estructuras mencionadas anteriormente. Para lo cual se detalla a continuación las metodologías de reforestación.



*Figura 27. Zona de reforestación y forestación. Fuente de elaboración propia*

- a) **De forma rectangular:** se tiene en cuenta las pendientes donde se establecerán las Qochas y acequias las cuales cuentan con una división entre plantas de 2.5 m y las filas serán de 1.5m.



*Figura 28. Diseño de la forestación en forma rectangular. Fuente de Elaboración Propia.*

- b) **De forma Triangular:** para terrenos donde la pendiente no sea extensa se utiliza el diseño de triángulos con una división de 3m por lado y para las filas será una distancia de 2m para que este de acuerdo con las curvas de nivel que se presenta en la zona.



*Figura 29. Diseño de la forestación de manera triangular. Fuente de Elaboración Propia.*

- c) **De forma lineal camellón:** este método colabora para captar mayor volumen de agua y así darle mayor estabilidad para lograr mayor infiltración, esto tiene como finalidad incrementar los bofedales de la zona baja de la microcuenca, teniendo en cuenta que la división entre plantas sea de 1.50 y de fila en fila sea de 5 a 10 metros esto dependerá de la topografía de la zona.



Figura 30. Diseño de la forestación en forma lineal Camellón. Fuente de Elaboración Propia.

**d) Funcionamiento de la reforestación y forestación:** las plantas nativas con las que se realizará la reforestación servirán como captadoras de agua y sus raíces absorberán el agua, con la finalidad de que no se produzca una escorrentía superficial, permitiendo la producción de más pastos cultivados y contar con mayor cobertura vegetal en la Microcuenca Yanama, lo que apoya a este programa es la evapotranspiración de estas especies nativas, que regresa a la atmósfera como parte de la evaporación. Otro beneficio que se obtiene con estas especies nativas, es que mediante la infiltración subterránea las aguas llegarán a la Microcuenca Yanama, produciendo un incremento en su caudal, para luego ser utilizadas en el riego de los pastos cultivables o para consumo directo de la población.

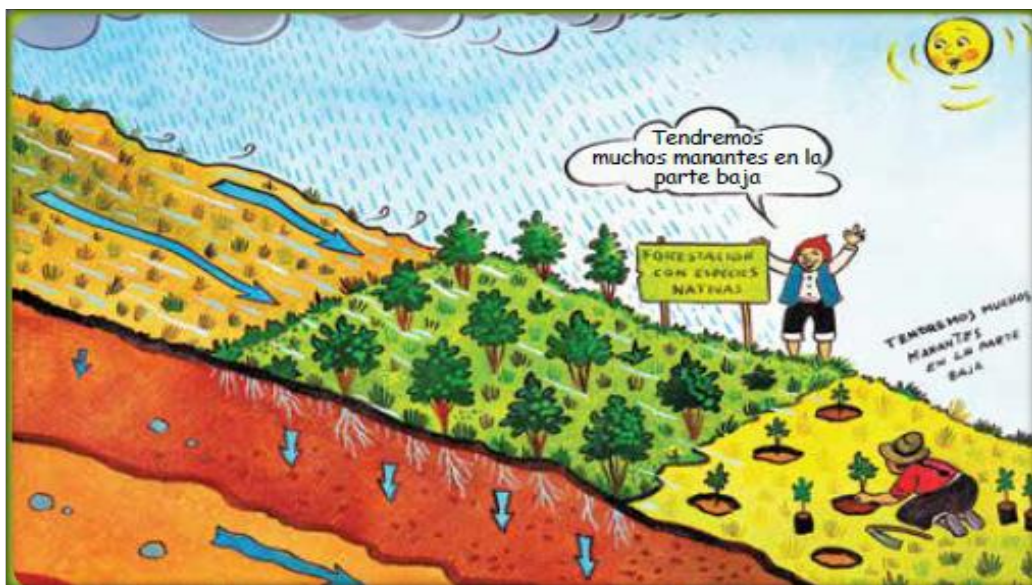


Figura 31. Funcionamiento de la reforestación. Fuente FONCODES Siembra y cosecha de Agua. Disponible en [https://www.iproga.org.pe/descarga/guia\\_s\\_cosecha.pdf](https://www.iproga.org.pe/descarga/guia_s_cosecha.pdf)

#### 4.1.6.4.Clausura de praderas.

Esta práctica nos permitirá recuperar y tener mayor cobertura vegetal, restituyendo la materia orgánica a través de la infiltración del agua de lluvia en el suelo, lo que contribuirá a la disminución de la escorrentía superficial y al incremento de los acuíferos, también beneficiará a tener mayor disposición de agua en la Microcuenca Yanama. Esta práctica ayuda a la recuperación de la biodiversidad de la vegetación aledaña, esencialmente de los pastizales, aumentando la biomasa de los forrajes verdes y de la materia seca. Por lo tanto, se procede a cercar un área específica de la pradera, eso depende del estado en el que se encuentra, para dicha actividad se utilizan materiales propios de la zona como maderas, piedras, champas y si cuentan con mayores ingresos se utiliza la malla ganadera, esto se da en corto, mediano y largo plazo, permitiendo que su ubicación sea estratégica en la cabecera de la Microcuenca. En las áreas que fueron clausuradas se puede cosechar semillas de pastos cultivables para poder sembrarlas en zonas dañadas. Para esta práctica se cuenta con las siguientes consideraciones:

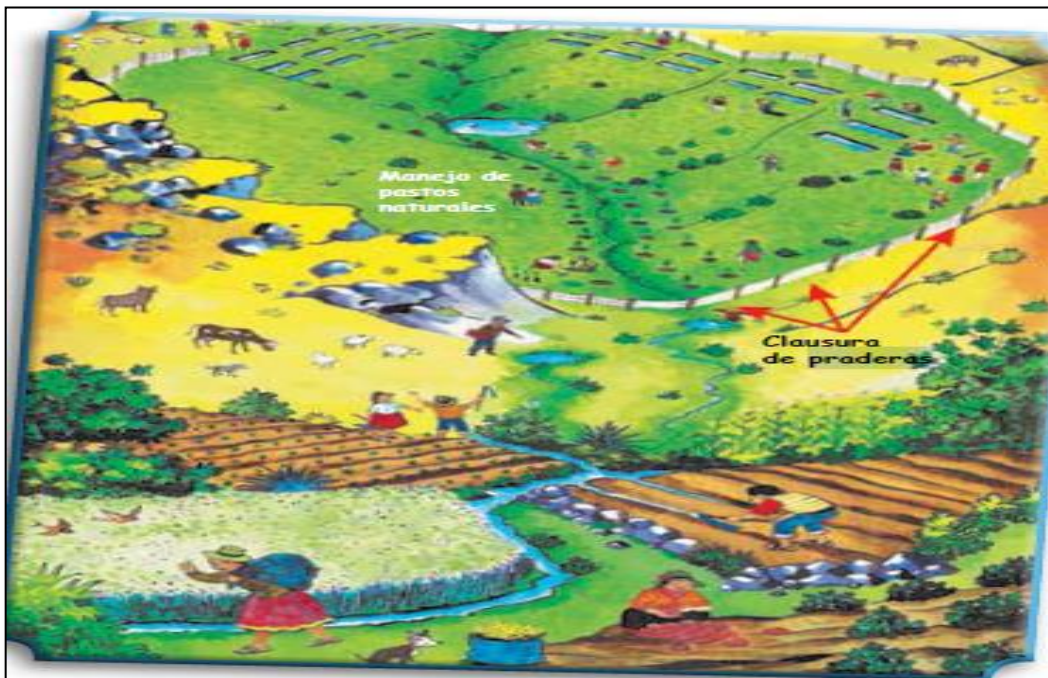
- a) Contar con un área relativamente grande para poder infiltrar y almacenar mayor volumen hídrico.
- b) Que el agua obtenida beneficie a toda la comunidad y a las zonas agrícolas ubicadas debajo de la Microcuenca Yanama.
- c) Que en las reuniones comunales se tomen acuerdos y se impongan sanciones a los que no las cumplan, para evitar problemas entre comuneros.

#### 4.1.6.5.Manejo de pastos naturales.

Este método se utilizará para el cultivo de pastos naturales en áreas determinadas de la Microcuenca Yanama, se realizará por medio de la disseminación de semillas y los trasplantes de esquejes, con la finalidad de recuperar terrenos que fueron dañados, por las heladas, sobrepastoreo, incendios forestales y la sobre explotación de tierras agrícolas que realizan los comuneros. La siembra y resiembra de los pastos naturales, se debe iniciar en épocas de lluvia que inicia en el mes de octubre, con el fin de utilizar la humedad que estas generan. A esto se le debe agregar el uso del abono orgánico para un mejor desarrollo y si queremos recuperar los pastos naturales en un corto tiempo se debe realizar la



clausura de estos terrenos donde se realizó la siembra y resiembra, por un tiempo no menor a dos años, esto con las cercas que mencionamos anteriormente. Cuando los pastos ya estén recuperados se debe realizar el uso moderado de los mismos, con un pastoreo controlado y periódico. Con este método se va a recuperar la cobertura vegetal la cual tendrá un efecto positivo en las Qochas la cual incrementará su infiltración y retendrá e incrementará la humedad de los suelos. En la parte alta de la Microcuenca Yanama en la temporada de estiaje, los pastos naturales van a beneficiar con agua de calidad y en mayores proporciones, conservando los suelos, disminuyendo la erosión y aumentando la infiltración del agua.



*Figura 32. Manejo de Pastos Naturales y clausura de praderas. Fuente de FONCODES Siembra y cosecha de Agua. Disponible en [https://www.iproga.org.pe/descarga/guia\\_s\\_cosecha.pdf](https://www.iproga.org.pe/descarga/guia_s_cosecha.pdf)*

#### 4.2. Discusión de resultados

La investigación titulada “Siembra y cosecha de agua como propuesta de solución frente a la escasez de agua para consumo doméstico en la localidad de Sapuc del distrito de Asunción, Cajamarca” de Walter Isidro Velásquez Zeña (27), se desarrolló en una comunidad ubicada al oeste de la provincia de Cajamarca en la Sierra de la provincia y cercana a los Andes, donde se utilizó el método de investigación deductivo- sintético, debido a que la investigación fue desarrollada de manera simple a compleja, también porque al pertenecer al grupo de investigaciones bibliográficas no cuenta con hipótesis ya que los valores a evaluar son predictivos. Es importante destacar que las técnicas de recolección de datos que se aplicaron fueron de manera sistematizada haciendo uso de encuestas y apoyo bibliográfico, sin embargo, en la investigación realizada en la Microcuenca Yanama tuvo la metodología porque se describieron las características, procesos, métodos y técnicas de cosecha de agua, a su vez el tipo de investigación empleado fue aplicado debido a que aborda al conocimiento vigente con el fin de solucionar un problema, el nivel de investigación desarrollado fue el explicativo a razón de que expresa una anomalía con el fin de descubrir sus causas, también las técnicas de recolección de datos fueron las encuestas, check list, y entrevistas, es decir, ambas investigaciones hicieron uso de técnicas de recolección de información similares.

Así mismo, para el desarrollo del programa de cosecha de agua en la localidad de Sapuc en el departamento de Cajamarca se propuso la siguiente estructura: identificación y caracterización de la fuente de agua, determinación de calidad del agua de la fuente, delimitación del área de captación de la fuente de agua, organización del trabajo comunal y finalmente monitoreos de la fuente de agua; sin embargo, la investigación desarrollada en la Microcuenca Yanama se desarrolló de la siguiente manera: elaboración y diseño de las Qochas, acequias y zanjas de infiltración, diseño de reforestación, clausura de praderas y finalmente manejo de pastos naturales, si bien ambas propuestas cuentan con estructuras diferentes se tiene que tomar en consideración la geografía y características del lugar, por ello el programa varía conforme las características del lugar.

En la investigación titulada “La cosecha de agua e impacto socioeconómico en la comunidad de Sispascancha Alta del distrito de Colquepata

provincia de Paucartambo - 2017”(2), la metodología usada fue la descriptiva, el tipo de investigación desarrollado se basa en el enfoque cuantitativo a razón del planteamiento de estudio delimitado, además de la necesidad de medir y estimar los problemas, el tipo de estudio empleado fue el explicativo, debido a que se observó el nivel de impacto generado en la población, de igual forma fue de carácter transversal porque se desarrolla en un determinado tiempo, cabe señalar que la investigación desarrollada en la Microcuenca Yanama procedió de manera similar sin embargo, se presenta en forma de propuesta. Así mismo cabe resaltar que en la investigación desarrollada en Sispascancha Alta del distrito de Colquepata se obtuvo como resultados de las encuestas el 53.85% de las familias señalan que las cosechas de agua, sí favorece a la comunidad, por lo que se puede deducir que la cosecha de agua no solo es un apoyo en las actividades antrópicas a las que se desarrolla en las comunidades, sino también en el aspecto socioeconómico, también en las encuestas realizadas se obtiene como resultado que la cosecha de agua mejora el buen manejo y el buen uso del recurso hídrico.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que el programa de cosecha de agua sirve como una alternativa para gestionar el recurso hídrico en la Microcuenca Yanama, ya que cuenta con métodos y técnicas que permitirán la óptima gestión del recurso natural.
- Las características geográficas que presenta la Microcuenca Yanama son: una pendiente del 50% con respecto al humedal de la microcuenca que se encuentra a los 4850 m.s.n.m. asimismo, está conformada por un humedal de 5 Ha y varios nacientes, dichos componentes desembocan en el río Yauli, también existe una predominancia de praderas evaluadas como el césped de puna, el pajonal, y los bofedales. El clima de la localidad de Yauli es templado-frío y la actividad económica de la Microcuenca Yanama es principalmente la minería, seguida de la agricultura y ganadería.
- Se evidencia que la escasez del recurso hídrico en la Microcuenca Yanama se debe a dos factores: la disminución de precipitaciones y el uso excesivo del agua en la agricultura.
- En el contexto social respecto a la Microcuenca Yanama, existen 5167 habitantes, sin embargo, solo el 86% se ve beneficiado con el abastecimiento de agua y el 14% restante de la población recibe una dotación de  $60 \text{ l/hab. día}$ . En el sector de educación se cuenta con centros educativos de niveles inicial, primaria y secundaria y el material con el que están construidas las viviendas son de adobe y la tapia, los techos son de tejas y calaminas, y los pisos son de tierra, madera o cemento, cuentan con los servicios básicos de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica.
- La Microcuenca Yanama cuenta con áreas potencialmente favorables donde es factible desarrollar el programa de cosecha de agua entre ellas destaca la laguna Yanama, las praderas, los terrenos agrícolas, los cuerpos de agua aledaños. Estos elementos hacen que nuestra propuesta sea puesta en práctica.
- Se concluye de la investigación que la oferta – demanda hídrica sin la propuesta del programa de cosecha de agua presenta un déficit hídrico en la Microcuenca Yanama, lo cual perjudica a la población en épocas de estiaje y con la propuesta de cosecha de agua en un lapso de diez años presenta un incremento exponencial cada año teniendo un superávit en el volumen hídrico, esto traerá beneficios a la población de la Microcuenca Yanama.

## RECOMENDACIONES

- Desarrollar el programa de cosecha de agua en las épocas de lluvia debido que es donde se puede captar y almacenar mayor cantidad de agua.
- Mediante esta investigación se puede implementar y desarrollar la cosecha de agua en la Microcuenca Yanama, dado que se cuenta con información relevante para implementar este proyecto.
- La comunidad de Yauli pueda priorizar los programas de gestión como la cosecha de agua para el beneficio de los comuneros, garantizando el recurso hídrico para las siguientes generaciones.
- Mediante este tipo de proyectos se revalore las costumbres alto andinas, como las faenas, el pago a la tierra, el trabajo en equipo y sobre todo se adopte una cultura ambiental.
- El estado adopte medidas para priorizar y generar más proyectos de cosecha de agua, puesto que este tipo de proyectos son eco-amigables y tiene un desarrollo sostenible.
- Aplicar el programa de cosecha de agua en otras localidades con la finalidad de hacer frente a la escasez del recurso hídrico y de esta manera poder disminuir la cantidad de personas que se ven perjudicadas por la falta de este recurso natural.
- Proponer el programa de cosecha de agua como una técnica científica para la conservación y preservación de la gestión de recurso hídrico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *01-19\_ManualTcnico1.pdf* [online]. [Accessed 9 July 2021]. Available from: [https://doc.rero.ch/record/305881/files/01-19\\_ManualTcnico1.pdf](https://doc.rero.ch/record/305881/files/01-19_ManualTcnico1.pdf)
2. SILVERA QUISPE, Ruth Noemi and MANCILLA MAMANI, Hanyi Lisset. LAS COSECHAS DE AGUA E IMPACTO SOCIOECONÓMICO EN LA COMUNIDAD DE SISPASCANCHA ALTA DEL DISTRITO DE COLQUEPATA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO-2017. *Universidad Peruana Austral del Cusco* [online]. 2019. [Accessed 30 July 2021]. Available from: <http://repositorio.uaustral.edu.pe/handle/UAUSTRAL/48>Accepted: 2019-05-20T23:37:24Z
3. HINCAPIÉ, Sandra. CAPÍTULO 4 Movilización Sociolegal Ambiental y Derechos Humanos en Colombia. . P. 242.
4. RICA, Costa. Oscar Daniel Silva Paredes. . P. 130.
5. *politica\_y\_estrategia\_nacional\_de\_recursos\_hidricos\_ana.pdf* [online]. [Accessed 30 July 2021]. Available from: [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/default\\_images/politica\\_y\\_estrategia\\_nacional\\_de\\_recursos\\_hidricos\\_ana.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/default_images/politica_y_estrategia_nacional_de_recursos_hidricos_ana.pdf)
6. Ley que declara de interés nacional y necesidad pública la implementación de la siembra y cosecha de agua-LEY-N° 30989. [online]. [Accessed 30 July 2021]. Available from: <http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-declara-de-interes-nacional-y-necesidad-publica-la-i-ley-n-30989-1791312-4/>
7. CHINO CALLI, Moises. Evaluación y propuesta de diseño de captación de agua de lluvia en viviendas rurales de la comunidad Vilca Maquera - Pilcuyo. *Universidad Nacional del Altiplano* [online]. 27 September 2013. [Accessed 31 July 2021]. Available from: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4509>Accepted: 2017-07-07T17:53:41Z
8. ANA. RESULTADOS DEL MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN EL AMBITO DE LA CUENTA DEL RIO MANTARO 2018 | SIAR Huancavelica | Sistema Regional de Información Ambiental. [online]. 2019. Available from: <http://siar.regionhuancavelica.gob.pe/documentos/resultados-monitoreo-participativo-calidad-agua-superficial-ambito-0>
9. GAMEZ, Maria Jose. Objetivos y metas de desarrollo sostenible. *Desarrollo Sostenible* [online]. [Accessed 9 July 2021]. Available from: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
10. RIVERO, Daniel Salomón Behar. © Sobre la presente edición: Editorial Shalom 2008. . P. 94.
11. *metodologia\_de\_la\_investigacion.pdf* [online]. [Accessed 6 August 2021]. Available from:

[http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)

12. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos, BAPTISTA LUCIO, Pilar, MÉNDEZ VALENCIA, Sergio and MENDOZA TORRES, Christian Paulina. *Metodología de la investigación*. México, D.F. : McGraw-Hill Education, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0.

13. HUGUES, Ronnie Torres and HUGUES, Ronnie Torres. La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*. August 2019. Vol. 40, no. 2, p. 125–139.

14. GONZALES, Natalia Dayra Endara. Efectos del proyecto Cosechas de Agua en el Corredor Seco en medios de vida sostenibles de pequeños productores en Crucita de Oriente, Honduras. . 2020. P. 43.

15. GRAINGER, Hubert Morris and MORALES-HIDALGO, David. Cosecha de Agua para Agricultura (Bibliografía). [online]. [Accessed 31 July 2021]. Available from:  
[https://www.academia.edu/293604/Cosecha\\_de\\_Agua\\_para\\_Agricultura\\_Bibliograf%C3%ADa\\_Cosecha\\_de\\_Agua\\_para\\_Agricultura\\_\(Bibliograf%C3%ADa\)](https://www.academia.edu/293604/Cosecha_de_Agua_para_Agricultura_Bibliograf%C3%ADa_Cosecha_de_Agua_para_Agricultura_(Bibliograf%C3%ADa))

16. DÍAZ, Ava Gabriela Castillo. PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. . P. 227.

17. *UPS-QT10696.pdf* [online]. [Accessed 31 July 2021]. Available from:  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13261/1/UPS-QT10696.pdf>

18. Cosecha de agua lluvia para enfrentar la escasez de agua en áreas de secano | PNUD en América Latina y el Caribe. *UNDP* [online]. [Accessed 31 July 2021]. Available from:  
<https://www.latinamerica.undp.org/content/rblac/es/home/library/poverty/cosecha-de-agua-lluvia-para-enfrentar-la-escasez-de-agua-en-area.html>

19. JULIO, A. Dedico el presente escrito a las personas que me han acompañado desde siempre y para siempre, es decir mi familia. . P. 148.

20. 34-3 El agua en la agricultura familiar campesina. [online]. [Accessed 31 July 2021]. Available from: <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-34-numero-3>

21. *Cambio y variabilidad climatica\_Gerardo Damonte.pdf* [online]. [Accessed 31 July 2021]. Available from:  
[http://www.grade.org.pe/forge/descargas/Cambio%20y%20variabilidad%20climatica\\_Gerardo%20Damonte.pdf](http://www.grade.org.pe/forge/descargas/Cambio%20y%20variabilidad%20climatica_Gerardo%20Damonte.pdf)

22. SUÁREZ, Paola Bustamante. MINISTERIO DE DESARROLLO E INCLUSIÓN SOCIAL - MIDIS. . P. 23.

23. *zanjas-infiltracion.pdf* [online]. [Accessed 31 July 2021]. Available from:  
<https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/zanjas-infiltracion.pdf>

24. BUSTINZA, Victor. Siembra y cosecha de agua en la microcuenca Huacrahuacho. . P. 22.
25. GILMAR MAMANI ESCOBAR. SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA. [online]. 19:45:09 UTC. [Accessed 31 July 2021]. Available from: <https://es.slideshare.net/gilmarmamaniescobar/siembra-y-cosecha-de-agua>
26. CRISTÓBAL, Ing Gonzáles Correa. M. SC. VILLANUEVA SÁNCHEZ JORGE ARTURO PRESIDENTE. . P. 72.
27. ZEÑA, Velasquez and ISIDRO, Walter. Siembra y cosecha de agua como propuesta de solución frente a la escasez de agua para consumo domestico en la localidad de Sapuc del distrito de Asunción, Cajamarca, Cajamarca. [online]. 28 August 2019. [Accessed 31 July 2021]. Available from: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4930>Accepted: 2019-08-28T16:36:29Z
28. “Siembra y Cosecha de Agua”. Una experiencia exitosa de integración intercultural de prácticas ancestrales de uso y conservación del agua en la asistencia técnica del proyecto “Haku Wiñay/Noa Jayatai”. | Concurso BPI. [online]. [Accessed 9 July 2021]. Available from: <https://concursobpi.cultura.gob.pe/bpi/siembra-y-cosecha-de-agua-una-experiencia-exitosa-de-integracion-intercultural-de-practicas>
29. ANDINA. Sepa qué es la “siembra y cosecha de agua” y sus beneficios para el agro peruano. . 2021. No. 1, p. 3.
30. CLACSO. *Cosecha de agua, una práctica ancestral, Manejo sostenible de las praderas naturales* [online]. Español. Arequipa : DESCO, 2008. ISBN 13302. Available from: [http://biblioteca.clacso.edu.ar/Peru/desco/20170223015040/pdf\\_870.pdf](http://biblioteca.clacso.edu.ar/Peru/desco/20170223015040/pdf_870.pdf)
31. AGROLLONA. LA FORESTACIÓN Y LA REFORESTACIÓN EN EL PERÚ. *AGRICULTURA* [online]. 2019. Available from: <http://agro12y10.com/la-forestacion-y-la-reforestacion-en-el-peru/>
32. FONCODES. *Siembra y manejo de pastos cultivados para familias rurales* [online]. 2014. Tarea Asociación Gráfica Educativa. Available from: [http://www.perulactea.com/wp-content/uploads/2017/01/Manuel\\_tecnico\\_agrario\\_foncodes.pdf](http://www.perulactea.com/wp-content/uploads/2017/01/Manuel_tecnico_agrario_foncodes.pdf)
33. LEISA. Las amunas. Siembra y cosecha del agua. *LEISA REVISTA AGRICOLA* [online]. 2018. Available from: <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-28-numero-1/893-las-amunas-siembra-y-cosecha-del-agua>
34. SUYANA FUNDACION. *MANEJO Y MEJORAMIENTO DE PASTURAS NATURALES ALTOANDINAS* [online]. 2009. Available from: [https://www.suyana.ch/wp-content/uploads/2017/08/Suyana\\_MaterialDidactico\\_ManualMejoramientoPasturas.pdf](https://www.suyana.ch/wp-content/uploads/2017/08/Suyana_MaterialDidactico_ManualMejoramientoPasturas.pdf)



35. AGROBANCO. *MANEJO DE PASTOS Y ROTACION DE PROTEROS* [online]. 2013. Available from: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/034-c-pasturas.pdf>
36. AGRONEGOCIOS. Las zanjas de infiltración evitan la sobresaturación de aguas y la pérdida de cultivos por lluvias. [online]. 2018. Available from: <https://www.agronegocios.co/clima/los-beneficios-de-las-zanjas-de-infiltracion-en-los-cultivos-2722513>
37. FAO. *CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe* [online]. 2013. Available from: <http://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf>
38. VALDIVIELSO, Alberto. Cuenca hidrográfica de un río. *iAgua* [online]. 2020. Available from: <https://www.iagua.es/respuestas/cuenca-hidrografica-rio> Descripción, clasificación e importancia de las cuencas hidrográficas.
39. WATER FOR PEOPLE. *Guía para implementar experiencias de siembra y cosecha de agua para uso poblacional en el área rural* [online]. 2019. WATER FOR PEOPLE. Available from: <https://thewashroom.waterforpeople.org/es/resources/guia-para-implementar-experiencias-de-siembra-y-cosecha-de-agua-para-uso-poblacional-en-el-area-rural/>
40. BBVA. Descubre cuáles son las causas de la escasez de agua. *BBVA NOTICIAS* [online]. Available from: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/causas-de-la-escasez-de-agua/>
41. UNHCR-ACNUR. Causas y consecuencias de la escasez de agua en el mundo. *ACNUR* [online]. 26 February 2019. [Accessed 30 July 2021]. Available from: [https://eacnur.org/blog/escasez-agua-en-el-mundo-tc\\_alt45664n\\_o\\_pstn\\_o\\_pst/La-escasez-de-agua-en-el-mundo-es-un-problema-global-te-contamos-cómo-afecta-y-qué-consecuencias-graves-tiene-para-el-ser-humano-y-para-el-entorno.](https://eacnur.org/blog/escasez-agua-en-el-mundo-tc_alt45664n_o_pstn_o_pst/La-escasez-de-agua-en-el-mundo-es-un-problema-global-te-contamos-cómo-afecta-y-qué-consecuencias-graves-tiene-para-el-ser-humano-y-para-el-entorno.)
42. IFRC. Sequías. [online]. 2008. Available from: <https://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/definicion--de-peligro/sequias/>
43. FAO. Agua y Cultivos. [online]. 2015. Available from: <http://www.fao.org/3/Y3918S/y3918s05.htm>
44. MINAM. *AGUA Y ALIMENTO* [online]. 2016. Gráfica 39 S. A. C. Available from: <https://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-3.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-3.pdf>
45. [HTTPS://PLUS.GOOGLE.COM/+UNESCO](https://plus.google.com/+unesco). Abordar la escasez y la calidad del agua. *UNESCO* [online]. 11 December 2015. [Accessed 31 July 2021]. Available from: <https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/escasez-calidad> La escasez de agua es la condición en la cual la demanda de este recurso, en todos los sectores, incluyendo el del medio ambiente, no puede ser satisfecha debido al impacto del uso del agua en el suministro o en la calidad del recurso. La escasez de agua puede empeorar a causa del cambio climático, especialmente en zonas áridas y semiáridas, que

ya de por sí presentan estrés hídrico. Así, la protección de los recursos de agua dulce mundiales requiere que el impacto de origen humano sobre el medio ambiente y el clima sea abordado de manera integrada.

46. Dique - EcuRed. [online]. [Accessed 13 August 2021]. Available from: <https://www.ecured.cu/Dique>
47. CAMBIO CLIMÁTICO - IDEAM. [online]. [Accessed 31 July 2021]. Available from: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>
48. Guía para implementar experiencias de siembra y cosecha de agua para uso poblacional en el área rural | The WASH Room. [online]. [Accessed 31 July 2021]. Available from: <https://thewashroom.waterforpeople.org/es/resources/guia-para-implementar-experiencias-de-siembra-y-cosecha-de-agua-para-uso-poblacional-en-el-area-rural/>
49. iAgua. *iAgua* [online]. [Accessed 31 July 2021]. Available from: [https://www.iagua.es/Noticias e información sobre las empresas y organismos públicos relevantes y toda la actualidad del sector del agua. Blogs con artículos de opinión. Agua y mucho más.](https://www.iagua.es/Noticias_e_información_sobre_las_empresas_y_organismos_públicos_relevantes_y_toda_la_actualidad_del_sector_del_agua._Blogs_con_artículos_de_opinión._Agua_y_mucho_más.)
50. Sobrepastoreo. *encolombia.com* [online]. 18 June 2020. [Accessed 31 July 2021]. Available from: <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/sobrepastoreo/>
51. *stelprdb5338930.pdf* [online]. [Accessed 13 August 2021]. Available from: [https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb5338930.pdf](https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5338930.pdf)
52. Pastoreo | Portal de apoyo a las políticas y la gobernanza | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura | Policy Support and Governance | Food and Agriculture Organization of the United Nations. [online]. [Accessed 13 August 2021]. Available from: <http://www.fao.org/policy-support/policy-themes/pastoralism/es/>
53. ECURED. Dique. [online]. 2018. Available from: <https://www.ecured.cu/Dique>
54. Sistema hidráulico Amunas | Hidráulica Inca. [online]. [Accessed 13 August 2021]. Available from: <https://hidraulicainca.com/lima/sistema-hidraulico-amunas/>
55. Las Qochas: sistemas de recargas de agua en microcuencas altoandinas. *Montañas, Glaciares y Agua* [online]. [Accessed 13 August 2021]. Available from: <https://www.minam.gob.pe/glaciares/historia-inspiradoras/las-qochas-sistemas-de-recargas-de-agua-en-microcuencas-altoandinas/>
56. GOMEZ, SERGIO. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION* [online]. Eugenia Buendía López. MEXICO : RED TERCER MILENIO, 2012. ISBN ISBN 978-607-733-149-0. Available from: [http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia\\_de\\_la\\_investigacion.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf)

57. *Metodologia\_de\_la\_investigacion.pdf* [online]. [Accessed 6 August 2021]. Available from: [http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia\\_de\\_la\\_investigacion.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf)
58. ANA. Agua y Cambio Climático. *Drupal* [online]. 2018. Available from: <http://www.ana.gob.pe/portal/gestion-del-conocimiento-girh/agua-y-cambio-climatico> El cambio climático está íntimamente relacionado con el agua.
59. AYLAS, Núñez, ANTHONY, Miguel, ALFARO, Benites and LEÓN, Zevallos. Evaluación de la calidad del agua asociado al drenaje ácido de mina (DAM), en el río Yauli en época de estiaje distrito de Yauli – Junín, 2013. . 2013. P. 6.
60. MIDAGRI. Segunda Reforma Agraria. [online]. 2021. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/campa%C3%B1as/6052-segunda-reforma-agraria> El MIDAGRI ejerce la rectoría sobre las políticas nacionales
61. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley general de comunidades campesinas. *Allpanchis*. 3 December 2002. Vol. 34, no. 59/60, p. 255–273. DOI 10.36901/allpanchis.v34i59/60.571. Ley N° 24656.
62. CONGRESO DE LA REPUBLICA, Fredy Otárola. LEY 30160. . P. 1.
63. MINAGRI. POLITICA NACIONAL AGRARIA. [online]. Available from: [https://www.unodc.org/documents/peruandecuador/DocumentosDA/PeruColombiaDA/10.\\_POLITICA\\_NACIONAL\\_AGRARIA.pdf](https://www.unodc.org/documents/peruandecuador/DocumentosDA/PeruColombiaDA/10._POLITICA_NACIONAL_AGRARIA.pdf)
64. PACC PERÚ. Las Qochas Rústicas: una alternativa en los Andes para la siembra y cosecha de agua en un contexto de cambio climático. [online]. [Accessed 23 November 2021]. Available from: <https://library.co/document/y932wnwy-qochas-rusticas-alternativa-andes-siembra-cosecha-contexto-climatico.html>
65. FONCODES. SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA: Proyecto “Haku Wiñay/Noa Jayatai.” I. 2015. Vol. 1, no. 1, p. 23.
66. MINAGRI. Guía-Siembra-y-Cosecha-de-Agua.pdf. [online]. 2016. Available from: <https://peru.waterforpeople.org/wp-content/uploads/sites/2/2020/03/Gu%C3%ADa-Siembra-y-Cosecha-de-Agua.pdf>
67. BUTINZA, Victor and PACC PERÚ. 1: *Siembra y cosecha de agua en la microcuenca Huacrahuacho* [online]. Huacrahuacho : PACC Perú, 2015. Available from: [https://panoramatest.tbdev.de/sites/default/files/siembra\\_y\\_cosecha\\_de\\_agua\\_pacc\\_fin\\_al.pdf](https://panoramatest.tbdev.de/sites/default/files/siembra_y_cosecha_de_agua_pacc_fin_al.pdf) Para lo cual se implementó Qochas para la conservación del área tributaria, construcción de zanjas de infiltración, forestación y reforestación con especies nativas que en sinergia favorecen la infiltración. Las aguas de captadas contribuyen a los caudales de los manantiales, riachuelos y bofedales

**Encuesta sobre la Propuesta del Programa de Cosecha de Agua en la Microcuenca Yanama**

1. ¿Ha notado sobre la escasez del recurso hídrico en la Microcuenca Yanama?

Sí  No

2. ¿Le gustaría que se impulse la Propuesta de Cosecha de agua en la Microcuenca Yanama?

Sí  No

3. ¿Tiene conocimiento sobre estructuras para el almacenamiento y distribución de la Cosecha de agua?

Sí  No

4. ¿Ud. cree que con esta propuesta de cosecha de agua va a mejorar la calidad de vida de los pobladores?

Sí  No

5. En relación al tema ambiental, ¿la propuesta de cosecha de agua afectara a la naturaleza o a los cuerpos de agua de algún modo?

Sí  No

6. ¿Considera Ud. que con la cosecha de agua se incrementara la cantidad de agua en la Microcuenca Yanama?

Sí  No

7. ¿Le gustaría realizar el trabajo comunal para Cosecha de agua en la Microcuenca Yanama?

Sí  No

8. ¿Considera Ud. que mediante la propuesta de cosecha de agua se va a generar un conocimiento local y esta se puede transmitir de generación en generación?

Sí  No

**Afiche del Programa de Cosecha de Agua**

**PROGRAMA DE COSECHA DE  
AGUA EN LA MICROCUENCA  
YANAMA, DISTRITO DE YAULI**



Elaboración de Qochas



Zanjas de Infiltración



Reforestación con especies nativas



Trabajo comunal



Cosecha de Agua como conocimiento local

## Solicitud presentada a la municipalidad de Yauli

---

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Solicitamos: Información sobre la Microcuenca Yanama

Señor:

Julio Crisóstomo Curí

Alcalde de la Municipalidad Distrital de Yauli

Yo, **GUTARRA BALDEON CARLOS HUGO**, identificado con DNI **N° 73135914**, domiciliado en la Calle esperanza 306, Distrito de Sicaya, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín; y Yo, **GUERRERO VILCAPOMA DAYANNA CECILIA**, identificado con DNI **N° 73190274**, domiciliado en El Jr. Bolognesi 371, Distrito de El Tambo, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín. Nos presentamos y exponemos lo siguiente:

Que estamos realizando nuestro Proyecto de Investigación denominado "PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE COSECHA DE AGUA FRENTE A LA ESCASEZ DEL RECURSO HIDRICO EN LA MICROCUENCA YANAMA DISTRITO DE YAULI, PROVINCIA DE YAULI LA OROYA 2021", por lo cual solicitamos a su despacho se nos pueda otorgar la información correspondiente sobre la Microcuenca Yanama y sobre el distrito de Yauli; también solicitamos a su despacho una entrevista para tratar temas correspondientes sobre la Propuesta de Cosecha de Agua en el Distrito de Yauli.

Por lo tanto:

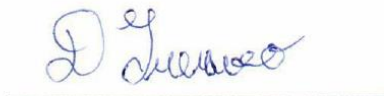
Suplicamos a Ud. Señor Alcalde se sirva acceder a nuestra Solicitud y ordene a la oficina correspondiente para que nos puedan facilitar la información correspondiente, nos despedimos deseándole los mejores augurios y éxitos en su Gestión.

Atentamente

Yauli, 15 de Julio del 2021



BACH. CARLOS GUTARRA BALDEON



BACH. DAYANNA GUERRERO VILCAPOMA

Encuesta Rellenada por los encuestados

**Encuesta sobre la Propuesta del Programa de Cosecha de Agua en la Microcuenca Yanama**

1. ¿Ha notado sobre la escasez del recurso hídrico en la Microcuenca Yanama?  
Si  No
2. ¿Le gustaría que se impulse la Propuesta de Cosecha de agua en la Microcuenca Yanama?  
Si  No
3. ¿Tiene conocimiento sobre estructuras para el almacenamiento y distribución de la Cosecha de agua?  
Si  No
4. ¿Ud. cree que con esta propuesta de cosecha de agua va a mejorar la calidad de vida de los pobladores?  
Si  No
5. En relación al tema ambiental, ¿la propuesta de cosecha de agua afectara a la naturaleza o a los cuerpos de agua de algún modo?  
Si  No
6. ¿Considera Ud. que con la cosecha de agua se incrementara la cantidad de agua en la Microcuenca Yanama?  
Si  No
7. ¿Le gustaría realizar el trabajo comunal para Cosecha de agua en la Microcuenca Yanama?  
Si  No
8. ¿Considera Ud, que mediante la propuesta de cosecha de agua se va a generar un conocimiento local y esta se puede transmitir de generación en generación?  
Si  No

Lista de personas encuestadas en la microcuenca Yanama

NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	EDAD	OCUPACION
Mica Yamely Paez Montero	63436385	34	Ama de Casa
German Julian Lopez	09113263	69	Profesor
Jacqueline Nestalia Poma Estrella	71262089	41	Canadero
HISACL OVAR CONTRERAS ZEVALLOS	80848684	48	Trabajador
Christian Vasco Herman	46053614	32	Trabajador Comunal
Brayan Jesus Ponce Zevallos	6292146	60	Jubilado
Juan Maximo Zaccaro Calisto	81141467	36	Trabajador Comunal
Sally Evelyn Rivera Armas	73484975	38	Trabajadora Social
Jeanmar Valentin Ulta Silvestre	79981617	42	Canadero
CESAR VIDAL PERALES POHA	21283605	23	TRANSPORTISTA
Yamileth Kimberly Espinosa Zaccaro	81824001	28	Estudiante
Percy Oscar Montero Yalti	72406973	47	Canadero
Isabel Nancy Roblaclilla Barahona	74307027	46	Canadero
SAIR ALDAN PORLADILLO BARRERA	72678460	46	Canadero
Melina Angela Caza Herman	7207808	22	Estudiante
Esteban Pacheco Garcia	20063492	18	Estudiante
ROMEL TROTSKI MONTERO CAMILLO	73801123	54	Trabajador Comunal
ZENON SERGIO COTERA U.	00059972	37	GANADERO
Christian David Luis Rivera	71607221	30	Canadero
Cesar Ponce Zevallos	72764994	59	Canadero
OSCAR RAUL ALHISON AMES	71283222	65	Canadero
Mario Antonio Aguiler Pueta	48027318	55	Canadero
KARINA CHAVEZ VELASQUEZ	72222408	69	AGRICULTORA
Margali Mercedes Hernandez Lopez	46303590	49	Agricultora
Luis Alberto Gardenas Solorzano	45303004	16	Estudiante
Franklin Anibal Caldera Alencar	80069862	25	Trabajador Comunal
NELSON YUBERTH VICENTE ANAYA	24223605	53	Canadero
Sheyla Alexandra Huacho Zevallos	67476722	31	Agricultora
Angel Gabriela Acun Zevallos	62192138	24	Canadara
Jhojan Fidel Ramos Alvarado	79358561	20	Estudiante
Rudy Frank Aliaga Julian	7172218	33	Canadero
JHERSI EDUARDO HAHANI ASTETE	81357411	76	JUBILADO
Angeline Asumi Barahona Ramirez	62192105	62	Profesora



Visita a la Microcuenca Yanama, Distrito de Yauli-La Oroya





Quinuales plantados en la Microcuenca Yanama



Panel Fotográfico de la vista a la Microcuenca Yanama





Encuestas realizadas a la población





Fotografía con el alcalde del Distrito de Yauli

