

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“EVALUACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA, NORMATIVA Y SOCIO  
ORGANIZATIVA EN UN PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA DE  
SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO EN HUÁNUCO”**

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

**FRED LUIS RIVERO CARBAJAL**

**LIMA – PERÚ**

**2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**“EVALUACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA, NORMATIVA Y SOCIO  
ORGANIZATIVA EN UN PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA DE  
SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO EN HUÁNUCO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**FRED LUIS RIVERO CARBAJAL**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mg. Sc. ROSA MARÍA MIGLIO TOLEDO  
Presidente

Arq. TAICIA HELENA NEGRIN MARQUES  
Asesor

Mg. Sc. WENDY LU ARAMAYO ALONSO  
Miembro

Mg. Sc. KENYI GLICERIO CAVALCANTI CÁRDENAS  
Miembro

LIMA – PERÚ  
2021

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. PRESENTACIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>III. OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
<b>IV. CUERPO DEL TRABAJO.....</b>	<b>6</b>
4.1. GENERALIDADES.....	6
4.1.1. Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones INVIERTE.PE.....	7
4.2. MÉTODO DE ANÁLISIS.....	9
4.2.1. Componente técnico.....	12
4.2.2. Componente económico.....	31
4.2.3. Componente normativo.....	33
4.2.4. Componente socio organizativo.....	34
<b>V. RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
5.1. EVALUACIÓN TÉCNICA: ACREDITACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA.....	36
5.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA: TARIFA DE SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO.....	39
5.3. EVALUACIÓN NORMATIVA: CERTIFICACIÓN AMBIENTAL.....	41
5.4. EVALUACIÓN SOCIO ORGANIZATIVA: ORGANIZACIÓN DE USUARIOS DE AGUA.....	42
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>45</b>
6.1. CONCLUSIONES.....	45
6.2. RECOMENDACIONES.....	46
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>50</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Consistencia .....	11
Tabla 2: Elevación curva de nivel para definir la altura de presa.....	13
Tabla 3: Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio .....	16
Tabla 4: Ubicación del Punto de captación .....	16
Tabla 5: Resumen de los parámetros geomorfológicos – Quinuacocha.....	19
Tabla 6: Estaciones meteorológicas – Quinuacocha .....	20
Tabla 7: Temperatura Promedio Mensual (°C) .....	20
Tabla 8: Evapotranspiración potencial ETP .....	21
Tabla 9: Estaciones pluviométricas .....	22
Tabla 10: Disponibilidad de datos históricos pluviométricos .....	23
Tabla 11: Precipitación calculada en el área delimitada para el estudio .....	25
Tabla 12: Descargas medias mensuales .....	27
Tabla 13: Descargas medias mensuales generadas.....	28
Tabla 14: Demanda anual de agua para riego – Quinuacocha .....	29
Tabla 15: Caudal ecológico al 95% de persistencia .....	30
Tabla 16: Modelo ICA – PE, calidad de agua para riego Quinuacocha.....	31
Tabla 17: Costo de operación y mantenimiento .....	32
Tabla 18: Volúmenes promedio mensual disponible .....	36
Tabla 19: Balance hídrico Oferta – Demanda - Quinuacocha.....	37
Tabla 20: Balance hídrico con PIP para riego - Quinuacocha.....	39
Tabla 21: Valores calculados promedio para un año agrícola.....	40
Tabla 22: Resultado de la evaluación económica - Quinuacocha .....	41
Tabla 23: Matriz de identificación de impactos de un PIP de riego - Quinuacocha .....	42
Tabla 24: Numero de encuestas realizadas por sector de riego.....	43
Tabla 25: Desarrollo de actividad económica .....	43
Tabla 26: Consulta por el pago de servicio de agua para riego sin PIP .....	44
Tabla 27: Grado de compromiso con el PIP de riego.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo de inversiones .....	8
Figura 2: Esquema del módulo de formulación.....	10
Figura 3: Ruta de factor condicionante para definir la viabilidad de un PIP.....	11
Figura 4: Vista en planta del embalse.....	13
Figura 5: Curva altura vs Volumen laguna Quinuacocha.....	14
Figura 6: Ubicación Regional, provincial y distrital - Quinuacocha.....	17
Figura 7: Análisis de doble masa para completar datos .....	23
Figura 8: Histograma de precipitación promedio mensual.....	24
Figura 9: Descargar medias mensuales generadas (m <sup>3</sup> /s).....	28
Figura 10: Procedimiento para la EVAP – SEIA para un PIP de riego.....	34
Figura 11: Oferta vs demanda hídrica - Quinuacocha.....	38
Figura 12: Resultado del balance hídrico - Quinuacocha.....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Datos meteorológicos - SENAMHI.....	51
Anexo 2: Análisis de la calidad de agua.....	52
Anexo 3: Panel fotográfico.....	53

## **I. PRESENTACIÓN**

Inicié mi vida profesional teniendo la posibilidad de poner en práctica las sólidas bases teóricas adquiridas en la universidad, es así que, como primera experiencia profesional, me desempeñé como asistente técnico de obra, en el Área de Infraestructura para Riego del Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural – AGRORURAL, dentro del ámbito geográfico de la Dirección Zonal – Ayacucho, donde; aplicando conocimientos en recursos hídricos, topografía, estructuras hidráulicas, riego tecnificado, construcción y supervisión de obras, participé en la ejecución física del proyecto de mejoramiento y ampliación del servicio de agua para riego, mediante la construcción de un canal y obras de arte (desarenador, sifón invertido, tomas laterales, alcantarillas, badén tipo canoa), con el cual se buscó asegurar la disponibilidad de agua para el riego de cultivos como maíz, pastos forrajeros, papa, entre otros, en una extensión de 60 hectáreas, ubicados en la comunidad de Atahui, distrito de Cayara, provincia de Víctor Fajardo, Ayacucho.

Seguidamente, la organización Carana Corporation Sucursal del Perú, con el apoyo de la Cooperación Internacional para el Desarrollo, USAID, llevó a cabo el proyecto denominado Alianza Cacao Perú, en donde, como consultor en sistemas de riego tecnificado, elaboré estudios técnicos de pre factibilidad a nivel de perfil, los cuales incluían el desarrollo de trabajo en campo para la recolección de datos, para lo cual apliqué mis sólidos conocimientos en temas topográficos, hidrológicos, clasificación de suelos y calidad de agua. Logrando la caracterización de zonas aptas o con alto grado de potencial para la instalación de sistemas de riego presurizado en cultivos de cacao en las provincias de Sisa, Barranquita y Huallaga de la región San Martín.

Con un mayor conocimiento del trabajo en campo para recolección de información técnica, pasé a formar parte del área de ingeniería y diseño en la empresa Consultores y Constructores de Proyectos para el Desarrollo Social – PIDES, es ahí en donde volqué todos mis conocimientos teóricos en estructuras hidráulicas y riego tecnificado en la formulación de

proyectos de inversión pública para el aprovechamiento sostenible del agua en actividades agrícolas productivas, los mismos que comprendieron la elaboración de expedientes técnicos para la construcción de estructuras hidráulicas de represamiento, conducción y distribución de agua para el riego de cultivos en la zonas productivas de la comunidad de Arancay, provincia de Huamalíes, región Huánuco.

Mediante mi dominio de los temas de infraestructura hidráulica, sistemas de riego y manejo de los actores sociales que intervienen en estos proyectos, ya sean las organizaciones de usuario, juntas de regantes y sectores hidráulicos, formé parte del equipo medio ambiental de la empresa Golder Associates Perú, para encargarme de la elaboración de las líneas de base físicas de los componentes hídricos en los estudios de impacto ambiental, lo que en resumida cuenta incluía descripciones técnicas de las redes hídricas superficiales y cuales eran los actores que intervenían en ellas para su aprovechamiento mediante infraestructura hidráulica, para uso consuntivo y no consuntivo, obteniendo como resultado un balance hídrico a nivel de cuenca hidrográfica, en los ámbitos de la provincia Conchucos, región Ancash.

En la actualidad vengo desarrollándome profesionalmente en la empresa Equipos de Riego CORANDE, en donde hago uso de mis conocimientos en temas relacionados a los recursos hídricos, topografía y sistemas de riego tecnificado , para desempeñarme como supervisor de operaciones, en la ejecución física de proyectos de instalación de sistemas de riego presurizado en cultivos agroexportables de la zona norte del Perú. Parto desde la comprensión de la ingeniería a detalle, para seguidamente contextualizar y plasmar físicamente el diseño conceptual en campo, asegurando y verificando que se sigan estrictamente los procedimientos constructivos y de instalación para poder satisfacer los requerimientos de riego y fertilización de los cultivos.

He podido afrontar de la mejor manera cualquier situación compleja o adversa que se haya presentado en el ámbito profesional desde el inicio de mi vida profesional hasta la fecha, ya que cuento con las herramientas suficientes que me fueron brindadas y adquiridas a lo largo de toda mi formación académica universitaria.



## **II. INTRODUCCIÓN**

Los Proyectos de Pre Inversión Pública (PIP), tienen como característica inherente ser socialmente rentables, sostenibles y concordantes con los lineamientos de la política local, regional y/o sectorial, lo cual sustenta su declaración de viabilidad (MEF, 2011).

Forman parte de un Ciclo de Inversión, el cual inicia con un diagnóstico del área de influencia del proyecto y servicio sobre el cual se intervendrá, así como de los grupos de actores involucrados. Con sustento en el diagnóstico se define el problema a ser abordado, sus causas y efectos; sobre esta base, es planteado el PIP y las alternativas de solución.

Luego del diagnóstico, y conociendo la brecha del servicio que atiende el PIP, se formula el estudio de pre inversión a nivel de perfil, el cual es un punto de referencia importante para dimensionar los recursos y estimar los costos de inversión, operación y mantenimiento, para respaldar la evaluación de los flujos de beneficios y costos sociales, definir su rentabilidad social y determinar la conveniencia de realizar o no el PIP.

El autor viene aplicando sus conocimientos teórico - prácticos y capacidades adquiridas durante su formación como ingeniería agrícola, en la formulación de Estudios de Pre Inversión a nivel de perfil para la creación de servicios de agua para riego. Con la experiencia profesional adquirida reconoce que la importancia de abordar con el debido rigor y profundidad los procedimientos diagnósticos, los estudios técnicos y las propuestas de pre inversión, fomentarán el éxito y el cumplimiento de los objetivos de un PIP de riego, asegurando la provisión de los servicios objeto de su intervención, en este caso, satisfacer la demanda de agua para riego con respecto a la oferta hídrica evaluada en la fuente.

De esta manera el presente trabajo monográfico brinda un análisis de los aspectos técnicos, económicos, normativos y socio organizativos del Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Creación del Servicio de Agua para el Sistema de Irrigación Quinuacocha – Brillante, distrito Arancay, provincia de Huamalíes, departamento de Huánuco”, mediante una evaluación en torno a su perspectiva crítica para asegurar la sostenibilidad en un PIP de servicio de agua para riego.

## **III. OBJETIVOS**

### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar la alternativa técnica, económica, normativa y socio organizativa en un proyecto de inversión pública (PIP) para el servicio de agua para riego en Huánuco.

### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Los objetivos específicos se presentan a continuación:

- Describir la alternativa técnica propuesta en la Formulación de Estudios de Pre inversión a Nivel de Perfil para la creación del servicio de agua para riego.
- Presentar las características físicas y el comportamiento de las variables climáticas de la zona de estudio, relativas a la producción hídrica de agua para riego.
- Presentar el cálculo de la disponibilidad hídrica, la demanda y la calidad de agua para riego.
- Analizar la alternativa económica, normativa y socio organizativa

## **IV. CUERPO DEL TRABAJO**

### **4.1. GENERALIDADES**

El nuevo Reglamento de Titulación por la modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional (TSP) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), aprobado mediante RESOLUCIÓN N° 0119-2020-CU-UNALM del 08 de junio de 2020, establece que se debe demostrar, la aplicación de la teoría y los conocimientos adquiridos durante la formación académica universitaria del autor en la prestación de sus servicios profesionales, donde desarrolla funciones propias de su carrera.

Como evidencia de contar con las competencias necesarias para el ejercicio de su profesión, el autor elabora el presente trabajo monográfico, el cual recoge temas teóricos desarrollados a lo largo de su carrera, aplicados a una problemática identificada, abordando el aporte personal o contribución para su solución en el centro laboral.

Con el cual busca poner en valor la necesidad de abordar con la debida profundidad y rigurosidad, no solo los aspectos técnicos – infraestructurales, constructivos, sino también realizar un análisis real de la viabilidad del PIP a partir de los aspectos de la sostenibilidad de los recursos para producir el servicio de agua para riego. Se puede considerar muchas veces como una insuficiente atención de los Formuladores de los PIP para riego, a los temas de derechos de agua y su estrecha relación con la sostenibilidad del sistema de riego, los cuales, en el mejor de los casos, simplemente no han pensado en esta lógica de sostenibilidad o no han estado en condiciones de asumirla (Boelens y Hoogendam, 2001).

Para esto, se presenta y analiza, mediante una evaluación realizada por el autor, los aspectos técnicos, económicos, normativos y socio organizativos del PIP de riego denominado, Formulación del Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil: “Creación del Servicio de Agua para el Sistema de Irrigación Quinuacocha - Brillante, distrito Arancay, provincia Huamalíes, departamento de Huánuco”, por contrato de adjudicación de la Sub Gerencia de

Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión (SGFEPI) del Gobierno Regional de Huánuco (GORE – Huánuco) con fecha 13 de junio de 2018.

En el Perú, al hablar, de un PIP en el que se hace uso de recursos públicos, tenemos que hacer referencia al marco normativo vigente, el cual pone las pautas y orienta sobre el uso de los recursos que se destinan a la inversión, de manera que exista una efectiva prestación de servicios y la creación de infraestructura necesaria para el desarrollo socio – económico del país (Jurupe et al., 2017).

#### **4.1.1. Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones INVIERTE.PE**

De acuerdo con el Decreto Legislativo N°1252-2016-EF, el INVIERTE-PE tiene por objeto orientar el uso de recursos públicos destinados a la inversión, para una efectiva prestación de servicios y la provisión de la infraestructura necesaria para el desarrollo del país (Gamarra, 2018).

Según la definición del Ministerio de Economía y Finanzas del Perú MEF (2011), “[...] un PIP constituye una intervención limitada en el tiempo, que utiliza total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar o recuperar la capacidad productora o de provisión de bienes o servicios de una Entidad, cuyos beneficios se generen durante la vida útil del proyecto y éstos sean independientes de los otros proyectos”.

Esta definición se podría complementar, para el contexto de la presente monografía, con lo mencionado por Andía (2012), que entiende como un PIP, a una intervención en un medio, para dar solución a una problemática existente y lograr un cambio deseado, por lo que va a existir un grupo de personas involucradas y necesidades referidas a la problemática.

Para una correcta aplicación de la dimensión de inversiones públicas, el INVIERTE.PE, establece que el PIP se desarrolla en un Ciclo de Inversiones constituido por cuatro etapas: 1. Programación Multianual de Inversiones (PMI), 2. Formulación y evaluación, 3. Ejecución, 4. Funcionamiento (ver Figura 1)

Deducimos que, en la etapa de Programación Multianual de Inversiones (PMI), se ha tenido que elaborar un diagnóstico de Brechas de Infraestructura para el Servicio de agua para riego, y en función a estas, se establecen Objetivos para reducirlas, como lo menciona el MEF (2017). El nuevo INVIERTE.PE, fue planteado justamente como estrategia para alcanzar los objetivos de disminución de brechas, promoviendo la elaboración de Estudios de Pre inversión adecuados para garantizar el correcto dimensionamiento de los proyectos, así como los costos realistas. Nos basamos también en Hirschman (1969), quien demuestra que los Estudios de Pre inversión bien realizados, aseguran que los proyectos de Desarrollo efectivamente contribuyan al objetivo de elevar el bienestar general en su área de influencia.



**Figura 1: Ciclo de inversiones**

FUENTE: Ministerio de Economía y Finanzas MEF – El nuevo Sistema de Inversión Pública (MEF, 2017)

Debido a la importancia del desarrollo de Inversión Pública en materia de Infraestructura para el Servicio de agua para Riego y su aplicación en el Ciclo de Inversiones, el autor plantea una cuestión muy importante, la cual es: de qué manera el PIP puede alcanzar un alto grado de eficiencia, en el sentido que pueda cumplir su objetivo de disminuir una brecha identificada.

Por tal motivo, el caso de estudio será enmarcado la Etapa de Formulación y Evaluación del

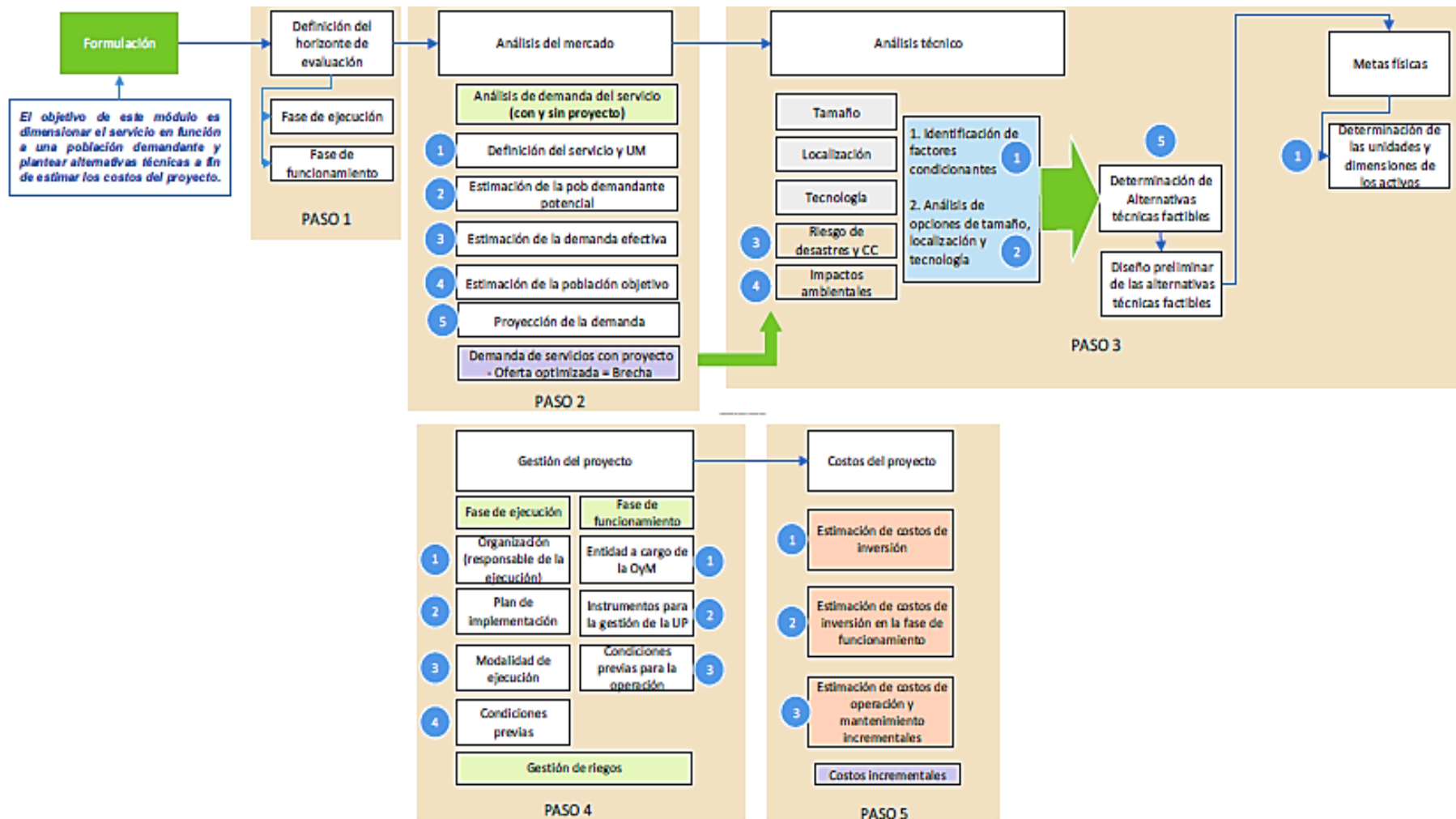
Ciclo de inversiones, y a manera de contribución en el centro laboral, el autor hace una evaluación técnica, económica, normativa y socio organizativa de la Alternativa de solución que plantea el Estudio de Pre inversión a nivel de Perfil, para contrastarla con la condición de viabilidad de un PIP de servicio de agua para riego, que demuestra ser rentable, sostenible y compatible con las políticas sectoriales, regionales y locales según sea el caso.

#### **4.2. MÉTODO DE ANÁLISIS**

La Etapa de Formulación y Evaluación de un PIP del Ciclo de Inversiones, plantea dimensionar el servicio en función a una población demandante y plantear alternativas técnicas a fin de estimar los costos del proyecto, para lo cual se debe seguir un proceso cuyos elementos principales son: 1. Definición del horizonte de evaluación, 2. Análisis del mercado, 3. Análisis técnico, 4. Gestión del proyecto, 5. Costos del proyecto (ver Figura 2).

Por la naturaleza del presente TM, se enfoca en el proceso que aborda el análisis técnico, en donde se desarrolla la alternativa técnica en relación la alternativa de solución del PIP. Se tiene que enfatizar que la evaluación de los factores condicionantes en el análisis técnico define la viabilidad del PIP, como se aprecia en la Figura 3, adicional a ello la evaluación económica, normativa y socio organizativa como sustento de sostenibilidad de un PIP.

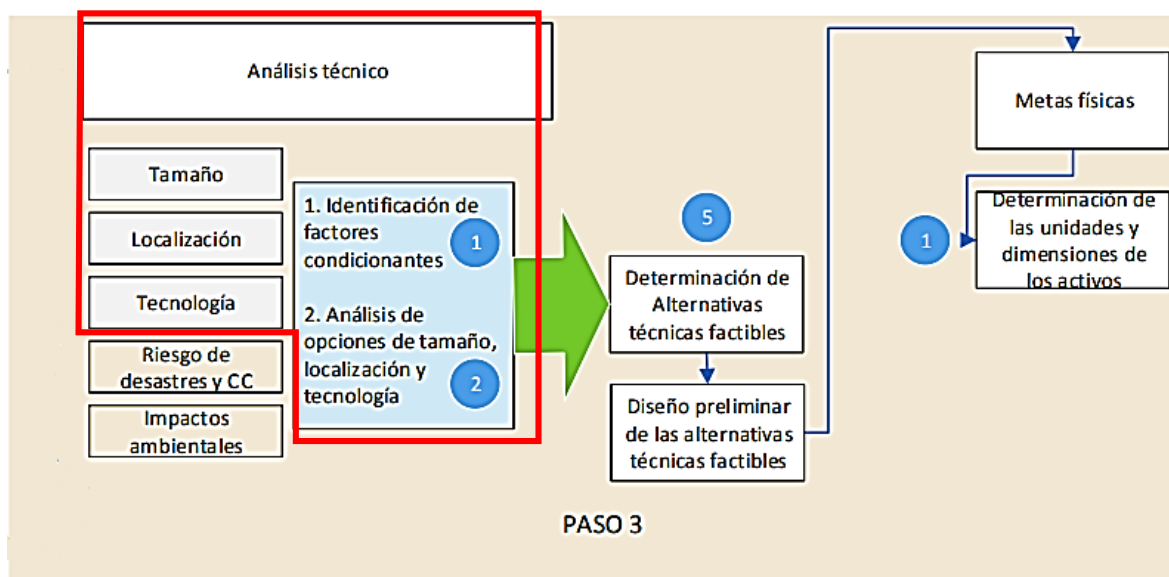
Es en ese sentido que propone para un PIP de Servicio de agua para Riego, evaluar como factor condicionante a la viabilidad y sostenibilidad de la alternativa de solución, la acreditación de disponibilidad hídrica en función de la alternativa técnica y el aspecto económico, normativo y socio organizativo que guarden concordancia y alineados a las políticas de estado.



**Figura 2: Esquema del módulo de formulación**

FUENTE: Guía General para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión (INVIERTE.PE, 2019)





**Figura 3: Ruta de factor condicionante para definir la viabilidad de un PIP**

FUENTE: Guía General para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión (INVIERTE.PE, 2019)

El autor aborda el desarrollo de su evaluación, entorno a la problemática identificada, de una manera descriptiva, la cual sigue la operatividad de las variables e indicadores que ha definido mediante la elaboración en una matriz de consistencia que muestra a continuación, en la Tabla 1.

**Tabla 1: Matriz de Consistencia**

<b>Objetivo General</b>		
Analizar la alternativa técnica, económica, normativa y socio organizativa en función de la disponibilidad hídrica como factor condicionante en un PIP de Servicio de Agua para Riego en Huánuco.		
<b>Específicos</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>
Describir la alternativa técnica propuesta en la Formulación de Estudios de Pre inversión a Nivel de Perfil para la creación del servicio de agua para riego.	Desarrollo de una alternativa técnica y su relación con la alternativa de solución.	Satisfacción de la demanda de agua para riego
Presentar las características físicas y el comportamiento de las variables climáticas de la zona de estudio, relativas a la producción hídrica de agua para riego.	Características morfométricas, variables climáticas hidrometeorológicas zona de estudio	Área, Perímetro, Pendiente, Tiempo de Concentración. Calculo de precipitación, Temperatura, humedad, ETP
Presentar el cálculo de la disponibilidad hídrica, la demanda y la calidad de agua para riego	Disponibilidad de agua, Volumen de demanda y usos de agua. para riego en la zona de estudio,	Oferta de agua, , Usos y demandas de agua para riego en la zona de estudio.
Analizar la componente económico, normativa y socio organizativa	Aplicabilidad de estos en un PIP de riego.	Costos de Op y M, Marco legal aplicable, conformación de OUA

Elaboración propia

#### **4.2.1. Componente técnico**

A continuación, el autor describe la alternativa técnica seleccionada para la Formulación del estudio de pre inversión de un PIP para riego.

##### **a. Concepción del proyecto**

Se plantea ejecutar obras de irrigación, construyendo una represa en la laguna de Quinuacocha, que almacene hasta un volumen de 2.87 MMC de agua en tiempo de lluvias, y una infraestructura que derive el agua almacenada a la zona de riego mediante un canal de conducción.

El punto de partida para el dimensionamiento de las obras es el caudal de diseño para la represa. Se ha tenido en cuenta la demanda de agua de los sectores de riego, definiendo así una altura de la corona en la cota 3586 msnm. Según las características topográficas y respaldadas con los estudios geológicos - geotécnicos, es posible la construcción de la represa. El valor de la respectiva avenida de diseño (Q) sirve para el diseño del aliviadero de excedencias.

Un parámetro que también interviene en los diseños y que es muy importante es la velocidad del flujo que, entre otros aspectos, sirve para establecer la posible profundidad de socavación y el tipo de revestimiento

##### **b. Estudios de ingeniería básica**

De acuerdo al estudio de la demanda de agua donde se definen los requerimientos de agua para riego, se ha previsto una altura económica luego de una evaluación de las precipitaciones en la micro cuenca de Quinuacocha, esta es la capacidad de captación del agua pluvial, que tributa para almacenar dentro del represamiento, para una ilustración acompañamos la siguiente tabla 2, del área versus la altura de represamiento.

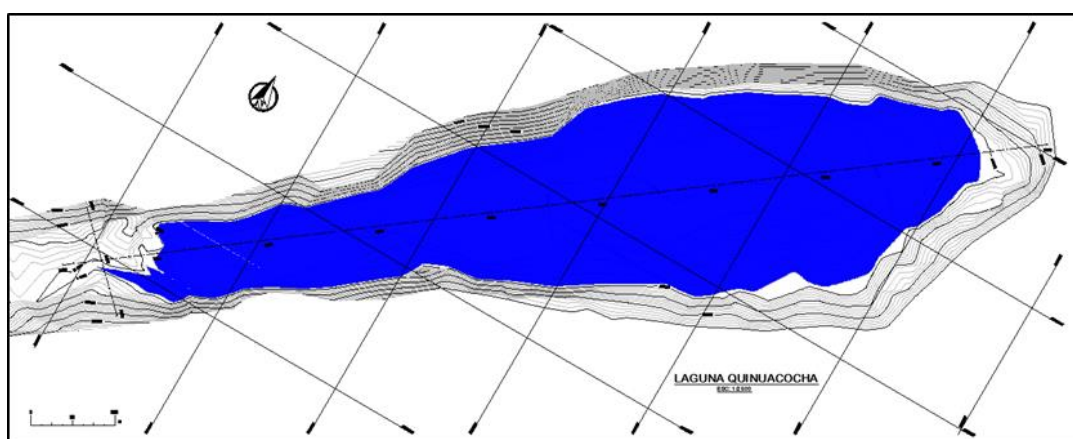
**Tabla 2: Elevación curva de nivel para definir la altura de presa**

Cota Inicial	Cota Final	Dif. Cotas	Área	Área Acum	Área Parc.	Volumen	Vol. Acum
3565.00	3565.00	6.00	129810.85	129810.85	64905.43	0.39	0.39
3570.00	3570.00	5.00	80199.31	210010.16	169910.51	0.85	1.24
3575.00	3575.00	5.00	80243.74	290253.90	250132.03	1.25	2.49
3580.00	3580.00	5.00	80443.46	370697.36	330475.63	1.65	4.14
3585.00	3585.00	5.00	59360.96	430058.32	400377.84	2.00	6.14
3590.00	3590.00	5.00	46826.73	476885.05	453471.69	2.27	8.41
3595.00	3595.00	5.00	48355.08	525240.13	501062.59	2.51	10.92
3600.00	3600.00	5.00	20560.05	545800.18	535520.16	2.68	13.59
3610.00	3610.00	10.00	18310.16	564110.34	554955.26	5.55	19.14
	3622.00	12.00	8648.24	572758.58	568434.46	6.82	25.96

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil: “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018)

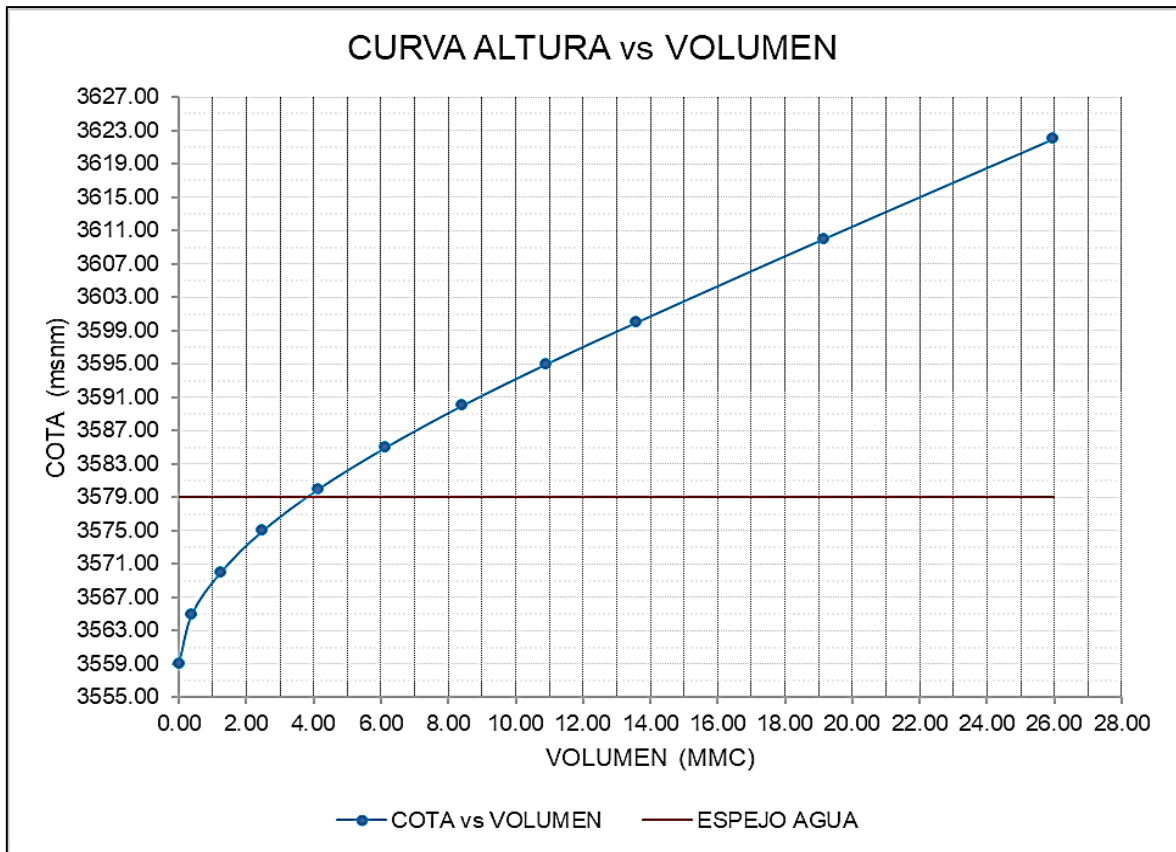
**i. Datos del embalse**

- Área mojada actual del espejo de agua 0.35 Km<sup>2</sup>
- Área mojada futura del espejo de agua 0.47 Km<sup>2</sup>
- El volumen final de agua embalsada 2’874,121.00 m<sup>3</sup>.
- La altura económica de la presa se define con resguardo en 8.5. Y una longitud de 105 m.



**Figura 4: Vista en planta del embalse**

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018)



**Figura 5: Curva altura vs Volumen laguna Quinuacocha**

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018)

De acuerdo a los Estudios Básicos realizados y por las características del proyecto se han considerado las siguientes obras, como alternativa técnica:

En el presente PIP de riego, la Represa Quinuacocha almacenará un volumen adicional de 2.87 MMC de agua para riego, sus componentes son:

- Aliviadero de Demasías, rápidas, dissipador de energía.
- Estructura de regulación
- Instrumentación de la Presa.
- Obras complementarias como la trocha carrozable.

**ii. Diseño hidráulico de canales de conducción**

Se va realizar el proceso del diseño hidráulico en base a la conducción de una caudal de 372 L/s a lo largo de longitud de 21,720 Km, con sección circular y conformado por tuberías de HDPE

#### **4.2.1.1. Acreditación de la disponibilidad hídrica**

Se busca evaluar el potencial de los recursos hídricos de la zona de estudio, en donde se proyecta implantar una obra de captación de agua para riego, considerándose para ello el sector Quinuacocha - Brillantes.

Para tal efecto se desarrollaron trabajos de campo y de gabinete referidos a:

- Determinación de las características físicas.
- Análisis del comportamiento de las variables climáticas.
- Determinación de la disponibilidad hídrica.
- Determinación de la demanda de agua para riego.
- Análisis de la calidad del agua con fines de riego.

Los cuales son desarrollados a continuación:

##### **a. Descripción general del área de estudio y del curso principal de la fuente natural**

La zona de estudio está delimitada por la línea divisoria aguas, la misma que comprende la zona, en donde; la precipitación se canaliza a un punto de desbordamiento sea este un embalse natural, un río o quebrada (FAO, 2000), y forman parte de la red hidrográfica.

##### **i. Ubicación**

El área de estudio se ubicada dentro de la Unidad Hidrográfica Nivel 6 con codificación Pfastetter 498997, que pertenece a la Intercuenca Alto Marañón V, en la Cuenca del Río Marañón, cuyas aguas discurren a la Región Hidrográfica del Amazonas, señalado por la Autoridad Nacional del Agua – ANA (2008)

Su ubicación geográfica, hace referencia a la Carta Nacional con código 19-j, denominada Singa, obtenida del Instituto Geográfico Nacional (IGN) a escala 1:100 000, se detalla a continuación:

**Tabla 3: Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio**

Coordenadas UTM (WGS 84)		
X (m) Long	Y (m) Lat	Altitud (msnm)
302 238	8 998 967	3 568
305 721	8 994 302	4 515

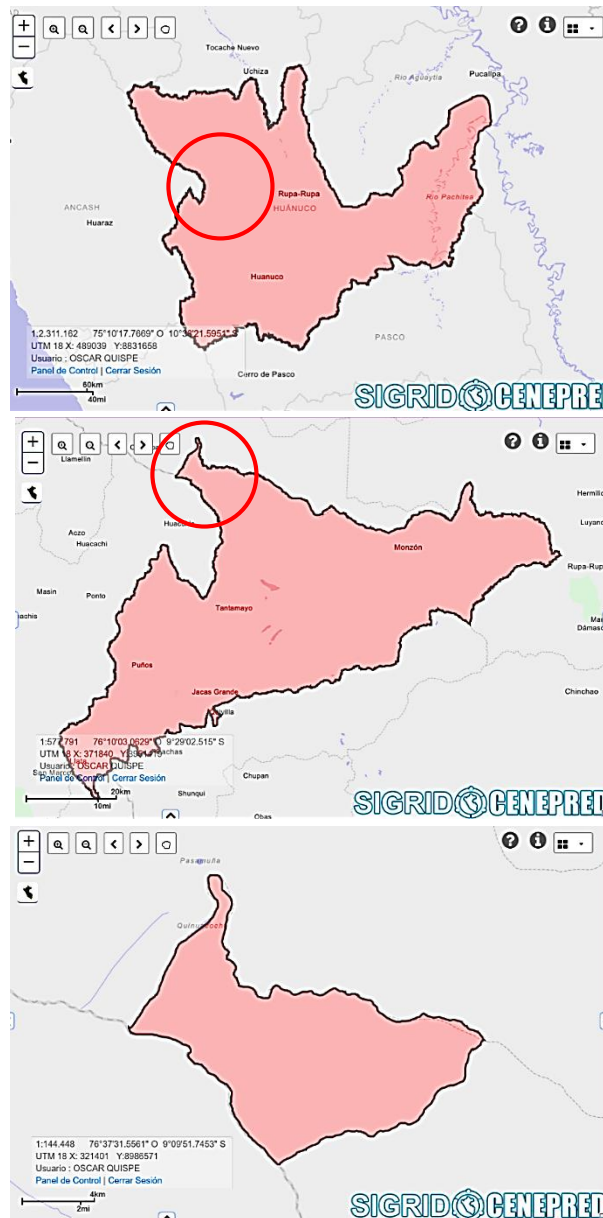
FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil: “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

El Punto de descarga del área colectora, delimitada para el presente estudio, se encuentra georreferenciada según sus Coordenadas UTM DATUM WGS 84 – Zona 18S.

**Tabla 4: Ubicación del Punto de captación**

Coordenadas UTM (WGS 84)		
X (m) Long	Y (m) Lat	Altitud (msnm)
302 948,01	8 995 140,47	3 568,32

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil: “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).



**Figura 6: Ubicación Regional, provincial y distrital - Quinuacocha**

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

## ii. Características morfométricas de la zona delimitada para el estudio

Las características morfométricas, son elementos que tienen una gran importancia en el comportamiento hidrológico de la zona de estudio.

Se clasifican de acuerdo a su impacto en el drenaje, según: las que condicionan el volumen de escurrimiento como el área y el tipo de suelo, y las que condicionan la velocidad de respuesta como el orden de corriente, la pendiente, la sección

transversal (Lux, 2015).

La estrecha correspondencia entre el régimen hidrológico y dichos elementos nos exige el conocimiento de éstos, también por su gran utilidad práctica, ya que, al establecer relaciones y comparaciones de generalización de estos con datos hidrológicos conocidos, pueden determinarse indirectamente valores hidrológicos, como es el caso del presente estudio.

Se ha utilizado el Software ArcGis 10.3 para procesar información ráster, y generar un Modelo de Elevación Digital – DEM (Rivas, D., Moreno, M., 2019), mediante el cual obtenemos las principales características de la zona de estudio, y los resultados se muestran en la Tabla 5.

#### **b. Análisis y tratamiento de la información meteorológica**

Los datos de climatología evaluados son, la precipitación, temperatura, humedad relativa, y han sido obtenidos de las bases de datos administradas por Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, generada por mediciones a través de estaciones ya sean convencionales o automáticas, distribuidas espacialmente y con parámetros de medición temporales (horarios, diarios y mensuales). Anexo 1

Para la selección de estaciones inicialmente se determinó la ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas más cercanas a la zona de estudio, con alta preponderancia en la altitud de su ubicación (Serrano et al., 2012), para poder asegurar una alta representatividad en las condiciones del área de estudio y, obtener mayores grados de correlación entre los diferentes valores de las variables climáticas.



**Tabla 5: Resumen de los parámetros geomorfológicos – Quinuacocha**

Parámetros			Und	Nomenclatura	Cuenca	
Ubicación centroide	Superficie total de la cuenca		<b>Km<sup>2</sup></b>	At	10,310	
	Perímetro		<b>Km.</b>	P	15,464	
	Zona de Proyección UTM		<b>s/U</b>	Zona	18	
		X	<b>m</b>	Coord. X	304 151,07	
		Y	<b>m</b>	Coord. Y	8 996 686,10	
	Z	<b>m.s.n.m.</b>	Coord. Z	3 845,69		
Relaciones de forma	Factor de cuenca	Coef. de Compacidad (Gravelius)	<b>s/U</b>	$Kc = 0.28 P / (At)^{1/2}$	1,359	
		Long. de la Cuenca	<b>Km.</b>	LB	6,100	
	Factor de forma	Ancho Medio	<b>Km.</b>	$AM = At / LB$	1,690	
		Factor de Forma	<b>s/U</b>	$Kf = AM / LB$	0,277	
		Rectángulo equivalente	Lado Mayor	<b>Km.</b>	$Kc \cdot (\pi \cdot A)^{1/2} \cdot (1 + (1 - 4/\pi \cdot Kc^2))$	6,100
			Lado Menor	<b>Km.</b>	$Kc \cdot (\pi \cdot A)^{1/2} \cdot (1 - (1 - 4/\pi \cdot Kc^2))$	1,690
Red	Densidad de drenaje	<b>Km./Km<sup>2</sup>.</b>	$Dd = Lt / At$	0,192		
<b>Hidrográfica</b>						
Desnivel total de la cuenca			<b>Km.</b>	Ht	1,066	
Altura media de la cuenca			<b>m.s.n.m.</b>	Hm	3 925	
Pendiente cuenca ( Met. Rectángulo Equivalente)			<b>%</b>	$Ht / Lma$	17,48%	
Tiempo de Concentración Kirpich			<b>min.</b>	$0.0195(L^3/h)^{0,385}$	31,36	

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018)

Se adjunta en la tabla 6 las estaciones usadas.

**Tabla 6: Estaciones meteorológicas – Quinuacocha**

Nombre	Zona	Este	Norte	Tipo
Dos de Mayo 004450	18 L	305 424,82	8 925 374,45	Convencional, meteorológicas
Pomabamba 000443	18 L	229 693,23	9 023970,41	Convencional, meteorológicas
Jacas Chico 154221	18 L	335 428,67	8 906 961,34	Convencional, meteorológicas
Huánuco	18 L	363 133,64	8 899 635,57	Convencional, meteorológicas

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018)

### i. Temperatura

La temperatura expresa numéricamente el efecto que en los cuerpos produce el calor originado por el balance entre la radiación emitida y recibida.

Se ha realizado un análisis de la frecuencia y distribución de los valores de temperaturas mensuales promedio, máximas, mínimas y medias. Se presentan a continuación la información de la estación con datos más consistentes más consistente y representativa para la zona de estudio.

**Tabla 7: Temperatura Promedio Mensual (°C)**

	Estación : Dos de Mayo											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>Máx.</b>	18.68	20.68	18.68	19.30	18.68	19.30	18.68	18.68	19.30	18.68	19.30	18.68
<b>Mín.</b>	5.63	6.23	5.63	5.82	5.63	5.82	5.63	5.63	5.82	5.63	5.82	5.63
<b>Media</b>	12.15	13.46	12.15	12.56	12.15	12.56	12.15	12.15	12.56	12.15	12.56	12.15

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018)

### ii. Humedad relativa

En base a la información recopilada de la Base de Datos del SENAMHI, se presenta un valor de 77.71 % promedio anual en la zona del proyecto.

Esta información será utilizada en el cálculo de la Evapotranspiración Potencial –

ETO (FAO, 1998), para la determinación de la demanda de agua de los cultivos en la zona de proyecto a irrigar.

### iii. Evapotranspiración potencial

Los métodos empíricos parten de las mediciones directas de la demanda de agua de los cultivos mediante lisímetros o de la medición de la evaporación. Para el presente estudio se ha utilizado un método basado en el cálculo teórico utilizando formulas, relacionando la evapotranspiración con factores climáticos como: temperatura, humedad relativa, insolación, vientos y otros (FAO, 1998).

La información básica para determinar la evapotranspiración potencial proviene de los datos climáticos de las estaciones usadas para el presente estudio, estas cuentan con información de temperatura, humedad relativa y precipitación.

Para obtener la evapotranspiración potencial en la zona de estudio, se ha empleado la fórmula empírica de Hargreaves (FAO, 1998), a nivel mensual y anual, a partir de la información climatológica de las estaciones, y los resultados se muestran a continuación

**Tabla 8: Evapotranspiración potencial ETP**

Mes	Temperatura (°C)	Humedad R. Media(%)	Precipitación Media(mm/mes)	Precipitación Efec(mm/mes)	Factor FM	TMF °F	CE	CH	ETP(mm)	
									Mes	Diario
ENE	8.62	86.57	166.36	122.08	2.538	47.52	1.07	0.61	78.50	2.53
FEB	9.06	85.14	180.47	128.36	2.251	48.31	1.07	0.64	74.46	2.66
MAR	9.10	86.72	192.90	133.36	2.360	48.38	1.07	0.60	73.90	2.38
ABR	9.50	82.35	101.13	84.77	2.062	49.10	1.07	0.70	75.55	2.52
MAY	9.46	78.11	45.90	42.53	1.896	49.03	1.07	0.78	77.25	2.49
JUN	8.56	72.13	16.34	15.92	1.715	47.41	1.07	0.88	76.24	2.54
JUL	7.54	66.38	21.36	20.63	1.824	45.57	1.07	0.96	85.61	2.76
AGO	8.69	70.30	23.31	22.44	2.028	47.64	1.07	0.90	93.53	3.02
SET	9.47	69.31	45.01	41.77	2.201	49.05	1.07	0.92	106.22	3.54
OCT	9.54	73.08	104.81	87.23	2.453	49.17	1.07	0.86	111.16	3.59
NOV	9.45	81.16	113.21	92.71	2.448	49.01	1.07	0.72	92.50	3.08
DIC	9.48	81.28	174.92	125.96	2.544	49.06	1.07	0.72	95.92	3.09
<b>Prom.</b>	<b>9.04</b>	<b>77.71</b>	<b>98.81</b>	<b>76.48</b>	<b>2.193</b>	<b>48.27</b>		<b>0.77</b>	<b>86.74</b>	<b>2.85</b>

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

En donde se ha utilizado la siguiente relación para determinar la precipitación efectiva mensual, mediante un método simplificado, elaborado por el Servicio de

Conservación de Suelos del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos (USDA – SCS), (IC92, 1992)

$$Pe = Pt (125 - 0.2 Pt / 125) \text{ para } Pt < 250 \text{ mm}$$

$$Pe = 125 + 0.1 Pt \text{ para } Pt > 250 \text{ mm}$$

#### iv. Tratamiento de la información pluviométrica e hidrométrica

Considerando el tipo de producción agrícola en la zona de estudio, la precipitación es la fuente de agua más importante para el riego, ya que la mayor parte de áreas agrícolas se encuentran bajo secano. Por consiguiente, estudiar la distribución de la precipitación en el espacio y en el tiempo constituye uno de los aspectos más importantes para el presente estudio.

Por lo tanto, se ha utilizado la información registradas en las estaciones pluviométricas ubicadas a una elevación aproximadamente igual a la zona de proyecto (Tabla 9) en m.s.n.m., estación que está próxima a la cuenca analizada.

**Tabla 9: Estaciones pluviométricas**

Nombre	Zona	Este	Norte	Tipo
Dos de Mayo 004450	18 L	305 424,82	8 925 374,45	Convencional, meteorológicas
Jacas Chico 154221	18 L	335 428,67	8 906 961,34	Convencional, meteorológicas
Huánuco	18 L	363 133,64	8 899 635,57	Convencional, meteorológicas

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

Los datos climáticos recogidos en una determinada estación meteorológica durante un período de varios años puede que no sean homogéneos, es decir, el registro de una variable climática en particular puede presentar un cambio repentino en su medio y por tanto una variación en lo referente a los valores previos (Ver Tabla 10).

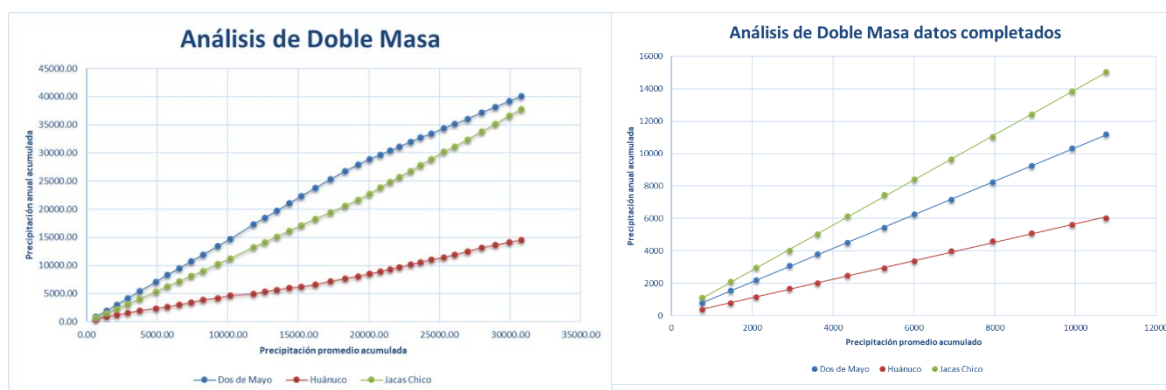
**Tabla 10: Disponibilidad de datos históricos pluviométricos**

Estación	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Dos de Mayo																						
Jacas																						
Huanuco																						

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

Estos cambios provocan que las observaciones hechas antes del cambio pertenezcan a una población estadísticamente diferente a la de los datos recogidos después del cambio. Es por lo tanto necesario aplicar técnicas apropiadas para evaluar si un registro dado se puede considerar homogéneo y, si no, introducir las correcciones necesarias. Para tal efecto se requiere la identificación de cual sub-serie de datos debe ser corregida y para ello se necesita contar con información local.

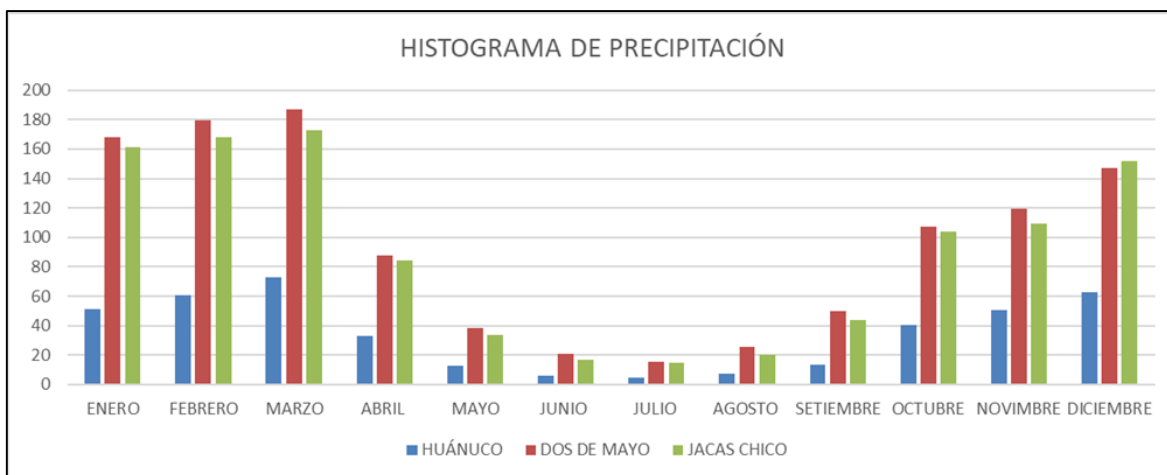
El análisis de los registros de precipitación mensual fue realizado con diagramas de doble masa (Ver Figura 7).



**Figura 7: Análisis de doble masa para completar datos**

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

Para una mejor apreciación de la variación de precipitación promedio mensual en cada estación, se hace uso del histograma de precipitación promedio mensual (Figura 8). Se observa las estaciones secas y húmedas bien marcadas, períodos de mayor precipitación diferenciados de períodos de menor precipitación. Nos sirve como evidencia también de la representatividad que tiene las estaciones seleccionadas en la precipitación zonal.



**Figura 8: Histograma de precipitación promedio mensual**

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018)

Para el cálculo de la precipitación aerea se procede hacer uso del Método de Análisis de Precipitación Altitud, la cual indica que, existe una dependencia entre la precipitación y la altitud, esta dependencia se puede hallar mediante una serie de ecuaciones de regresión. Después de haber utilizado varios tipos de ecuaciones de regresión, se ha usado el promedio de las regresiones para contar con un mayor ajuste de la dependencia. La relación entre la precipitación total anual y la altitud de tipo potencial, que mejor se ajusta es la regresión lineal es decir a mayor altitud mayor precipitación, a continuación, se presenta los valores de precipitación aerea calculados mediante la mencionada regresión.

**Tabla 11: Precipitación calculada en el área delimitada para el estudio**

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1995	171.45	135.00	191.09	74.66	54.75	9.05	0.00	0.00	33.08	118.24	110.97	93.81	992.10
1996	135.82	149.19	186.99	130.68	61.28	7.26	10.32	24.32	45.28	97.07	130.77	90.76	1069.74
1997	133.08	191.94	91.18	60.22	40.22	15.90	2.63	52.12	60.02	92.35	105.71	217.10	1062.46
1998	287.76	222.72	186.04	58.33	20.74	23.58	2.63	10.12	24.64	103.82	115.81	134.66	1190.86
1999	184.57	225.10	221.73	156.24	40.96	19.69	3.16	14.74	63.28	70.65	97.39	139.40	1236.90
2000	134.13	156.88	307.12	94.13	28.95	18.64	34.32	65.49	35.06	77.70	87.60	152.14	1192.15
2001	211.73	209.41	172.04	71.59	52.85	13.27	32.85	28.53	32.32	88.76	116.34	160.14	1189.84
2002	57.49	172.14	173.62	92.97	39.06	2.11	54.43	14.11	59.38	132.77	167.19	158.35	1123.61
2003	147.72	126.97	232.37	95.39	45.80	18.95	3.47	45.90	45.27	38.43	119.29	256.79	1176.36
2004	37.48	141.19	126.13	29.69	83.39	38.22	23.37	59.91	65.49	141.40	92.44	193.83	1032.54
2005	85.70	173.51	169.41	55.80	5.47	0.00	11.37	10.95	17.16	139.50	74.86	163.30	907.04
2006	204.36	118.55	188.25	88.76	15.79	27.69	0.00	4.95	46.12	134.24	116.87	175.20	1120.77
2007	184.99	43.59	269.11	103.50	56.54	3.16	21.69	6.63	28.32	155.19	92.97	101.50	1067.18
2008	170.14	197.20	119.82	156.98	25.90	16.21	4.42	12.63	100.55	86.02	74.23	181.41	1145.51
2009	215.63	218.57	170.04	130.87	43.48	16.74	49.69	29.80	43.38	85.81	159.61	229.73	1393.35
2010	79.81	208.78	201.62	69.07	21.06	2.95	14.42	1.90	50.54	112.76	113.18	131.50	1007.59
2011	183.20	198.15	219.73	126.13	49.59	14.21	37.17	5.16	47.06	118.87	111.18	205.62	1316.07
2012	231.10	266.69	130.45	184.88	35.06	26.53	7.05	15.06	15.90	117.18	149.61	282.59	1462.11
2013	175.20	232.58	267.95	118.24	40.96	38.53	74.86	50.22	27.69	153.40	105.39	165.72	1450.73
2014	192.67	207.62	221.84	133.92	90.55	6.00	47.27	28.53	95.81	99.39	104.34	243.11	1471.06
2015	269.64	194.15	204.57	91.70	111.39	24.53	13.27	8.74	8.95	37.48	131.71	196.67	1292.81
Min	37.48	43.59	91.18	29.69	5.47	0.00	0.00	0.00	8.95	37.48	74.23	90.76	
Max	287.76	266.69	307.12	184.88	111.39	38.53	74.86	65.49	100.55	155.19	167.19	282.59	
Promedio	<b>166.04</b>	<b>180.47</b>	<b>192.91</b>	<b>101.13</b>	<b>45.89</b>	<b>16.34</b>	<b>21.35</b>	<b>23.32</b>	<b>45.01</b>	<b>104.81</b>	<b>113.21</b>	<b>174.92</b>	<b>1185.43</b>
Desv. Est.	64.49	49.68	52.29	39.10	25.40	11.01	21.30	20.13	23.67	32.97	24.55	52.25	

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

### a. Oferta hídrica

La disponibilidad hídrica en el área delimitada para el estudio, es el resultado de la transformación de la precipitación en escorrentía superficial, que se desarrolla cuando el agua discurre superficialmente por un cauce natural, la cuál será captada para su adecuado aprovechamiento.

El trabajo en campo nos permite conocer que la disponibilidad hídrica en la zona de estudio corresponde a un régimen natural, es decir que no existen ninguna infraestructura de regulación ya sea antropogénica o natural.

La inexistente información de descargas medias mensuales en la zona de estudio, nos exige generar registros sintéticos de caudales en el punto de captación.

Mediante el uso del modelo hidrológico combinado (determinístico– estocástico), para la estimación de la disponibilidad de agua en la cuenca, el cual ha sido desarrollado por el experto en hidrología, Lutz Scholz para cuencas de la sierra peruana. El modelo cuenta con una estructura determinística para el cálculo de caudales para el año promedio (Balance Hídrico – Modelo determinístico); y una estructura estocástica para la generación de series extendidas de caudal (Proceso Markoviano– Modelo Estocástico).

El modelo fue desarrollado tomando en consideración parámetros físicos y meteorológicos de las cuencas, que puedan ser obtenidos a través de mediciones cartográficas y de campo. Los parámetros más importantes del modelo son los coeficientes para la determinación de la Precipitación Efectiva, déficit del escurrimiento, retención y agotamiento de las cuencas.

Para el presente caso de estudio se ha implementado el modelo con el objetivo de pronosticar caudales a escala mensual, teniendo la confianza en la aplicación del modelo a las cuencas de la sierra peruana, produciendo una correspondencia satisfactoria respecto a los valores medidos

En principio el modelo nos permite analizar los componentes del Balance Hidrológico para el año promedio son, mediante la Ecuación del Balance Hídrico.

$$CM_i = PE_i + R_i = PE_i + (G_i - A_i)$$

Donde:

CM<sub>i</sub>: Caudal mensual (mm/mes)

PE<sub>i</sub>: Precipitación efectiva mensual (mm)

G<sub>i</sub>: Gasto de retención (mm)

A<sub>i</sub>: Abastecimiento de la retención (mm)

R<sub>i</sub>: Retención de la cuenca (mm)



**Tabla 12: Descargas medias mensuales**

MES	PE (mm)	Q (m <sup>3</sup> /s)
Ene	89.8	0.30
Feb	97.2	0.35
Mar	100.2	0.33
Abr	36.2	0.31
May	7.6	0.10
Jun	2.7	0.04
Jul	3.4	0.02
Ago	3.6	0.02
Set	7.4	0.03
Oct	39.1	0.13
Nov	46.1	0.16
Dic	94.8	0.31
<b>TOTAL</b>	<b>528.2</b>	<b>0.18</b>

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

Seguidamente se procede a generar los caudales para períodos extendidos 1995 – 2015, con la finalidad de generar una serie sintética de caudales, se ha implementado el modelo estocástico que consiste en una combinación de un proceso markoviano de primer orden.

La ecuación integral para la generación de caudal mensual para un período extendido es:

$$Q_t = B_1 + B_2 * Q_{t-1} + B_3 * PE_t + z * S * \sqrt{(1 - r^2)}$$

Donde:

Qt: Caudal del mes t

Qt-1: Caudal del mes anterior

PEt: Precipitación efectiva del mes

B1, B2 y B3: Parámetros del modelo

S: desviación estándar

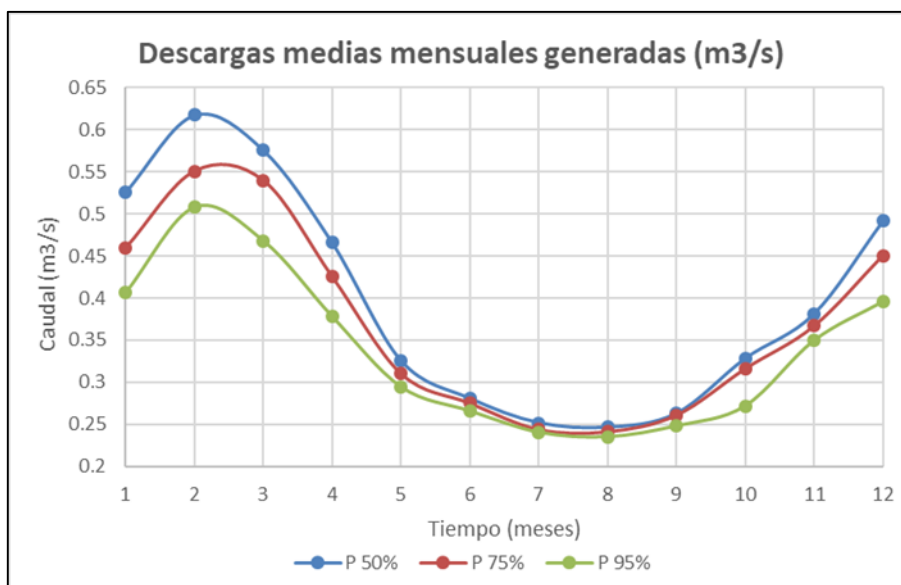
r2: coeficiente de correlación

z: Variable aleatoria distribuida normalmente

**Tabla 13: Descargas medias mensuales generadas**

Año	Ene. 31	Feb. 28	Mar. 31	Abr. 30	May. 31	Jun. 30	Jul. 31	Ago. 31	Set. 30	Oct. 31	Nov. 30	Dic. 31	Prom. (m <sup>3</sup> /s)
1995	0.48	0.54	0.55	0.42	0.32	0.27	0.23	0.23	0.26	0.33	0.38	0.39	0.368
1996	0.46	0.55	0.54	0.47	0.33	0.28	0.25	0.24	0.26	0.32	0.40	0.40	0.374
1997	0.46	0.62	0.44	0.38	0.29	0.28	0.24	0.26	0.29	0.32	0.37	0.54	0.374
1998	0.70	0.74	0.62	0.45	0.32	0.29	0.26	0.24	0.25	0.32	0.38	0.45	0.417
1999	0.53	0.68	0.64	0.52	0.35	0.29	0.24	0.24	0.26	0.30	0.36	0.44	0.404
2000	0.47	0.57	0.69	0.50	0.33	0.28	0.28	0.29	0.28	0.32	0.37	0.46	0.402
2001	0.57	0.68	0.58	0.43	0.32	0.28	0.27	0.26	0.25	0.32	0.39	0.48	0.401
2002	0.40	0.55	0.53	0.43	0.31	0.27	0.25	0.24	0.27	0.36	0.45	0.50	0.378
2003	0.52	0.54	0.60	0.47	0.32	0.28	0.24	0.25	0.26	0.27	0.37	0.59	0.392
2004	0.41	0.51	0.47	0.35	0.31	0.30	0.25	0.25	0.28	0.35	0.37	0.52	0.364
2005	0.45	0.58	0.53	0.41	0.29	0.27	0.24	0.25	0.26	0.34	0.35	0.47	0.370
2006	0.57	0.56	0.56	0.45	0.31	0.27	0.24	0.24	0.27	0.35	0.38	0.50	0.391
2007	0.54	0.44	0.61	0.47	0.34	0.28	0.26	0.25	0.26	0.38	0.38	0.41	0.386
2008	0.50	0.64	0.50	0.48	0.33	0.29	0.24	0.23	0.28	0.33	0.35	0.49	0.390
2009	0.59	0.67	0.57	0.48	0.33	0.28	0.28	0.25	0.27	0.32	0.42	0.58	0.420
2010	0.45	0.62	0.59	0.42	0.29	0.27	0.25	0.24	0.26	0.33	0.38	0.44	0.379
2011	0.53	0.63	0.60	0.49	0.34	0.28	0.26	0.25	0.26	0.34	0.38	0.53	0.409
2012	0.62	0.77	0.56	0.52	0.35	0.31	0.26	0.25	0.26	0.33	0.41	0.63	0.438
2013	0.59	0.72	0.69	0.51	0.35	0.30	0.27	0.27	0.27	0.37	0.39	0.48	0.436
2014	0.56	0.66	0.62	0.49	0.36	0.31	0.30	0.27	0.28	0.34	0.38	0.57	0.428
2015	0.68	0.70	0.60	0.45	0.36	0.29	0.25	0.24	0.24	0.27	0.38	0.52	0.417
<b>MAX.</b>	0.70	0.77	0.69	0.52	0.36	0.31	0.30	0.29	0.29	0.38	0.45	0.63	0.44
<b>MED.</b>	<b>0.527</b>	<b>0.618</b>	<b>0.576</b>	<b>0.457</b>	<b>0.326</b>	<b>0.283</b>	<b>0.256</b>	<b>0.250</b>	<b>0.266</b>	<b>0.329</b>	<b>0.382</b>	<b>0.495</b>	<b>0.397</b>
<b>MIN.</b>	0.40	0.44	0.44	0.35	0.29	0.27	0.23	0.23	0.24	0.27	0.35	0.39	0.36
<b>D. EST</b>	0.082	0.084	0.063	0.046	0.021	0.013	0.015	0.013	0.011	0.027	0.023	0.064	0.023
<b>P 50%</b>	0.5262	0.61759	0.5756	0.466	0.325	0.281	0.252	0.246	0.2629	0.3282	0.3812	0.49135	0.023
<b>P 75%</b>	0.4598	0.55066	0.5393	0.425	0.31	0.275	0.244	0.242	0.2611	0.3162	0.3669	0.45028	0.023
<b>P 95%</b>	0.4068	0.50854	0.4682	0.378	0.294	0.266	0.24	0.235	0.2479	0.2717	0.3496	0.39576	0.023

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).



**Figura 9: Descargar medias mensuales generadas (m<sup>3</sup>/s)**

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

## b. Usos y demandas de agua

La demanda de agua agrícola considerada dentro del ámbito del proyecto, es estimada de acuerdo al plan de cultivo y aplicación de riego para los sectores incluidos dentro de la zona de influencia del proyecto de Formulación del estudio de pre inversión a nivel de perfil: “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante, distrito de Arancay, provincia de Huamalies, departamento de Huánuco”, se muestra la cédula de cultivo para cada sector de riego, a partir de las cuales se ha calculado la demanda hídrica para uso productivo agrícola. Para el cálculo de la demanda se procedió inicialmente a calcular la evapotranspiración potencial (ETP) por el método de Hargreaves, como se observa en la Tabla 14.

Posteriormente se corrigieron estos valores con el factor de cultivo correspondiente (Kc) y la eficiencia de riego, que comprende la conducción (90-95%), distribución (95%) y aplicación (21 – 60%). Teniendo como resultado los volúmenes de agua que representan las demandas de agua para cada sector por mes. Revisar la información en la parte de anexos.

**Tabla 14: Demanda anual de agua para riego – Quinuacocha**

SECTOR	Área (ha)	Ene	Feb	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	TOTAL MMC
San Miguel	31.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.05	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.18
Coyas	61.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.05	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.19
Catas	90.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.10	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.28
Flores	53.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.09	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.29
Huayllacancha	33.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.09	0.11	0.09	0.04	0.00	0.00	0.00	0.34
Huampoy	82.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.12	0.15	0.11	0.05	0.00	0.00	0.00	0.44
Chincho	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.12	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00	0.33
Brillantes	220.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.31	0.20	0.05	0.00	0.00	0.00	0.81
TOTAL	630.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.82	0.98	0.73	0.28	0.00	0.00	0.00	2.87

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

Para el presente estudio también se ha considerado como demanda de agua, al Caudal ecológico, el cual se estima conforme el Anexo 01 de la Resolución Jefatural N°098 – 2016 – ANA, que se denomina “Metodología para Determinar Caudales Ecológicos”, el cual contiene todas las metodologías y criterios aplicables para la determinación de los caudales ecológicos, con arreglo a las disposiciones establecidas en la Ley de Recursos Hídricos N° 29338.

**Tabla 15: Caudal ecológico al 95% de persistencia**

p% 95	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
m3/s	0.14	0.32	0.35	0.07	0.02	0.00	0.01	0.02	0.05	0.15	0.17	0.22	1.51
MMC	0.3696	0.7792	0.938	0.19	0.064	0.00	0.015	0.0495	0.1231	0.3992	0.44457	0.57629	3.95

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

### **c. Calidad del Agua**

Las muestras de agua tomadas para la evaluación de la calidad de agua han sido evaluadas, en el laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Ver Anexo 2).

Por naturaleza del presente estudio, se necesita saber si los resultados del análisis de calidad, cumplen con los rangos mínimos y máximos para su uso en la actividad productiva agrícola, de esta manera asegurar que no causen daño a la salud de las personas y el medio ambiente.

Se ha utilizado la Metodología para la determinación del índice de Calidad de Agua ICA – PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales, aprobado mediante Resolución Jefatural N° 068 – 2018 – ANA. Esta herramienta ayuda a representar el estado de la calidad del agua, de una forma resumida y comprensible.

Según se indica en el Decreto Supremo N°004 -2017 – MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen Disposiciones Complementarias, la Categoría 3; Riego de vegetales y bebida de animales, Sub Categoría D1: riego de vegetales.

**Tabla 16: Modelo ICA – PE, calidad de agua para riego Quinuacocha**

VARIABLES		V1	V2	V3	V4	V5	V6				
Nº DE MONITOREO	FECHA	Conductividad	pH	Bicarbonato	Sulfatos	Cloruro	Boro				
1	1/08/2018	3130	7.68	1141	479.99	676.275	0.33				
OBJETIVO		2500	6.5-8.5	538	1000	500	1				
		MAX	INTERVALO	MAX	MAX	MAX	MAX				

Nº DE PARAMETROS QUE NO CUMPLEN	1
Nº TOTAL DE PARAMETROS	6
Nº DE DATOS QUE NO CUMPLEN	1
Nº TOTAL DE DATOS	6
SUMA ESCURSION	0.35255
NSE	0.059

F1	F2	F3
16.7	16.7	5.5
WQI		
86		
Calidad de Agua BUENA		

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
	VALOR DE DATO QUE NO CUMPLE									
1					676.275					
	EXCURSION									
1					0.35255					

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

#### 4.2.2. Componente económico

Determinada la alternativa técnica, como parte de la Formulación de un estudio de pre inversión para un PIP de riego, como parte del componente económico, se estiman los costos a precio de mercado (INVIERTE PE, 2019).

En líneas generales la estimación de costos de inversión, incluye todos los gastos que generan la ejecución de las metas físicas proyectadas, por la naturaleza del presente TM el autor determina que, para abordar la viabilidad de un PIP de riego en marco de la sostenibilidad del proyecto a lo largo de la vida útil del mismo, es mediante una evaluación de los costos de operación y mantenimiento incrementales.

Esto son los que se generan para desarrollar el proceso productivo del servicio de agua para riego una vez que esté en operación, por otro lado, los costos de mantenimiento se generan para preservar o mantener la capacidad de producción o nivel de servicio de agua para riego.

La adecuada estimación de los costos de operación y mantenimiento de un PIP de riego, es un elemento crítico para la sostenibilidad del proyecto, por lo que debe ser abordado con el

mayor cuidado posible y, luego definir las fuentes con las cuales se prevé financiar dichos costos, como por ejemplo las tarifas por pago de agua para riego.

Teniendo en cuenta la condición de sostenibilidad como eje principal de la evaluación realizada por el autor, se busca conocer que la tarifa de agua para riego que se cobra, permita cubrir los gastos de operación y mantenimiento.

Los gastos de operación y mantenimiento para un tiempo determinado se determinan de acuerdo a la siguiente relación:

$$\text{SUMATORIA ANUAL DE LOS COSTOS} \longrightarrow \sum_{t=1}^N (C. Operac_t + C. Mantenim_t)$$

$t$  = período anual  
 $N$  = Horizonte de evaluación del proyecto  
 $C. Operac_t$  = Costo de Operación en el período  $t$   
 $C. Mantenim_t$  = Costo de Mantenimiento en el período  $t$

Como parte de la evaluación que desarrolla el autor se van a desarrollar los gastos para un periodo anual de  $t = 1$ , y se detalla a continuación.

**Tabla 17: Costo de operación y mantenimiento**

Rubro	Und	Cant.	Nro	P. U	Parcial	Total
Costo de operación						51,700.00
Operario de tomas laterales	Und	4	10	850.00	34,000.00	
Cobrador	Und	1	12	850.00	10,200.00	
Técnico para trabajos de mantenimiento	Und	1	1	1,500.00	1,500.00	
Gastos administrativos	Glb	1	12	500.00	6,000.00	
Costo de mantenimiento						42,900.00
Limpieza y mantenimiento de Represa	Jornal	5	2	50.00	500.00	
Limpieza y mantenimiento de canal de conducción	Jornal	25	2	50.00	2,500.00	
Materiales para mantenimiento de Represa	Vez		2	2,500.00	5,000.00	
Materiales para reposición (tubería conducción)	Vez		2	12,500.00	25,000.00	
Materiales para reposición (tubería distribución)	Vez		2	3,900.00	7,800.00	
<b>COSTO ANUAL</b>						<b>94,600.00</b>

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

### **4.2.3. Componente normativo**

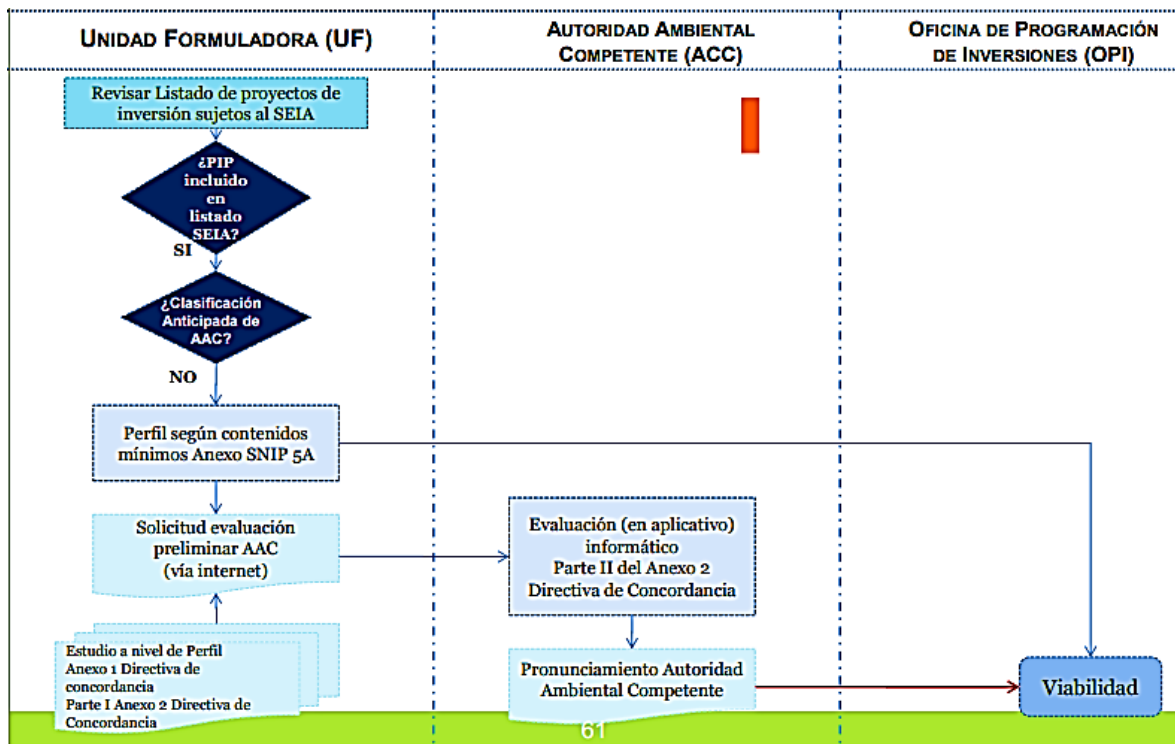
A nivel normativo se establece la Directiva para la concordancia entre el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe), de acuerdo a la Resolución Ministerial N° 205 – 2018 – MINAM.

Es por ello que, al momento de la elección de la alternativa técnica, es necesario tener en cuenta los posibles efectos e impactos en el medio, reiterando así la importancia de la evaluación del presente componente por dos motivos: la sostenibilidad ambiental y la concordancia de un PIP de riego con la normativa vigente.

En ese sentido, el autor reconoce la importancia de introducir el análisis del impacto del proyecto sobre los factores ambientales como el agua, suelo, aire. Este análisis además es parte del sustento requerido por el SEIA para la certificación ambiental, con ello se logra cubrir dos espectros, uno de sostenibilidad del proyecto y el de cumplimiento con la normativa.

Un buen análisis ambiental puede evitar correcciones futuras, con una adecuada evaluación del PIP, se puede evitar incorporar costos por mitigación o compensación, que pudieran afectar negativamente los resultados del proyecto. Es necesario entonces, evaluar el comportamiento de las alternativas de proyecto en relación a las condiciones ambientales.

Establecer la concordancia entre las normas del SEIA y las etapas de formulación de estudios de un PIP para riego, responde a cumplir con los procedimientos que la norma dicta, es en ese sentido que, para poder establecer el grado de cumplimiento ambiental en torno a los Instrumentos de Gestión Ambiental, es necesario una Evaluación Ambiental Preliminar de un PIP para riego, con el objetivo de buscar clasificación anticipada emitida por la Autoridad Ambiental Competente (Ver Figura 10).



**Figura 10: Procedimiento para la EVAP – SEIA para un PIP de riego**

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018)

#### 4.2.4. Componente socio organizativo

Parte de la evaluación realizada por el autor, también comprende a los componentes organizacionales de los grupos vinculados al PIP de riego, considerando a los grupos de interés particularmente a los beneficiarios del servicio de agua para riego.

La importancia radica en conocer si la organización, responde a los procesos de producción del servicio de agua para riego, además de saber si disponen y aplican los instrumentos de gestión, procedimientos, protocolos, etc.

En torno a la evaluación que realiza el autor es importante también analizar las relaciones de cooperación y oposición, respecto a la situación negativa y las formas de solucionarlo, de los actores institucionales, grupos sociales y organizaciones, con fines de asegurar la viabilidad y sostenibilidad del PIP de riego.

Una vez establecidas como se compone la organización de usuarios en torno al PIP de riego,



se establece trabajar en potenciar las capacidades organizacionales, en el arco de establecer un conjunto de acciones destinadas al desarrollo o mejora de la estructura organizacional, procesos, protocolos, metodologías y otras dotaciones que ayudan al cumplimiento de los fines y objetivos institucionales en la prestación del servicio de agua para riego. Dichas acciones son válidas siempre y cuando se vinculen al logro del objetivo central del PIP de riego.

## V. RESULTADOS

### 5.1. EVALUACIÓN TÉCNICA: ACREDITACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA

Como parte de la evaluación que realiza el autor del componente técnico se establece la acreditación de la disponibilidad hídrica como indicador fundamental de la viabilidad de la alternativa técnica del PIP de riego,

Se procede a realizar el Balance Hídrico donde se compara la oferta de la fuente superficial y la demanda de agua del proyecto, es decir, en términos más prácticos, es el balance entre entradas y salidas, lo cual nos permite conocer la disponibilidad hídrica.

La disponibilidad hídrica de la fuente de agua para aprovechamiento en uso productivo agrícola, está definida por la producción anual del área a lo largo del año hidrológico.

**Tabla 18: Volúmenes promedio mensual disponible**

Volumen medios mensuales (MMC)													
Q	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
75 %	1.23	1.33	1.44	1.10	0.83	0.71	0.65	0.64	0.67	0.85	0.95	1.20	11.64

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

En la Tabla 18 se muestran los volúmenes de salida en el punto de captación de la fuente, tomando en cuenta para una persistencia del 75%.

La demanda media mensual calculada nos da un total de 2.87 millones de metros cúbicos (MMC).

Además, como se menciona en, el artículo 153° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, el caudal ecológico es el volumen de agua que se debe mantener en las fuentes naturales de agua para la protección o conservación de los ecosistemas involucrados, la estética del paisaje u otros aspectos de interés científico o cultural, es por tal motivo, que para el presente estudio se ha calculado un volumen total de caudal ecológico de 3.95 millones de metros cúbicos (MMC).

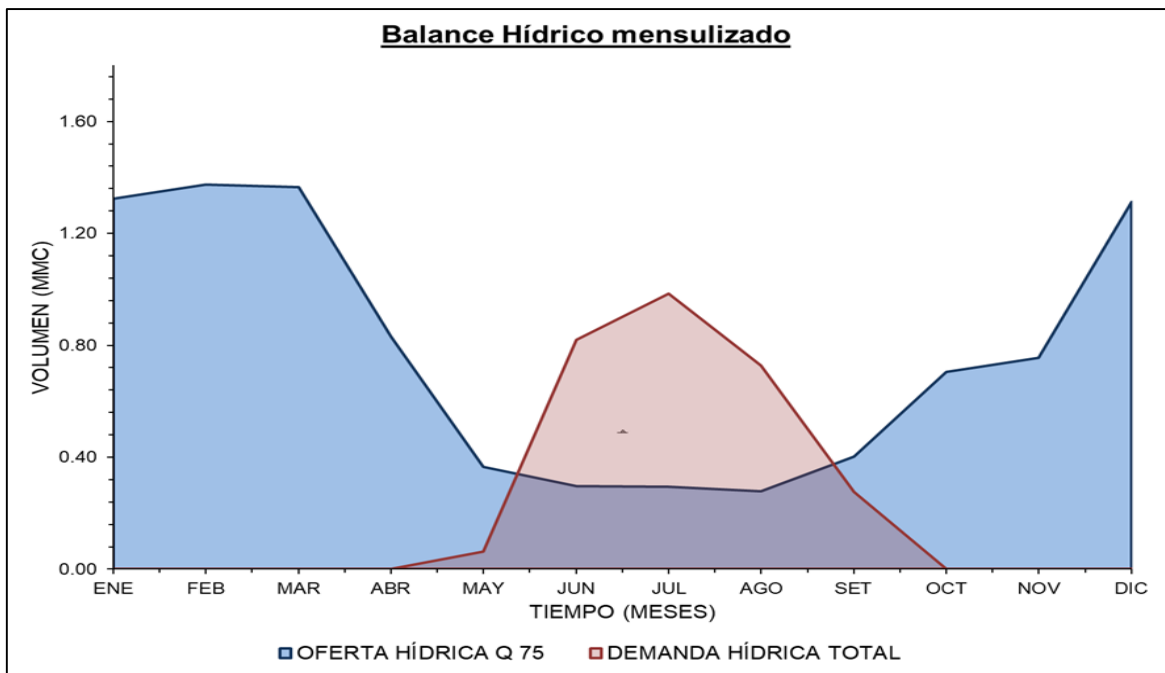
Es así que tomando en cuenta el volumen de oferta en la fuente y las demandas asociadas a las actividades productivas agrícolas sumados al caudal para conservación de los ecosistemas, se muestra en la Tabla 19, los volúmenes de agua disponibles en la zona de estudio.

**Tabla 19: Balance hídrico Oferta – Demanda - Quinuacocha**

Descripción	Unidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
	Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
OFERTA HÍDRICA Q 75	MMC	1.23	1.33	1.44	1.10	0.83	0.71	0.65	0.65	0.68	0.85	0.95	1.21	11.64
	m3/s	0.55	0.63	0.57	0.36	0.16	0.13	0.13	0.12	0.18	0.29	0.32	0.54	3.99
CAUDAL ECOLÓGICO	MMC	0.12	0.13	0.14	0.11	0.08	0.07	0.07	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	1.16
	m3/s	0.05	0.06	0.06	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.05	0.40
DEMANDA HÍDRICA TOTAL	MMC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.80	0.94	0.73	0.28	0.00	0.00	0.00	2.82
	m3/s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.31	0.35	0.27	0.11	0.00	0.00	0.00	1.07
BALANCE HÍDRICO TOTAL	MMC	1.11	1.20	1.30	0.99	0.68	-0.15	-0.35	-0.14	0.33	0.76	0.86	1.09	7.65
	m3/s	0.49	0.57	0.51	0.32	0.12	-0.19	-0.24	-0.16	0.05	0.26	0.29	0.49	2.53
DEFICIT	MMC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.35	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65
	m3/s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.24	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58
SUPERAVIT	MMC	1.11	1.20	1.30	0.99	0.68	0.00	0.00	0.00	0.33	0.76	0.86	1.09	8.30
	m3/s	0.49	0.57	0.51	0.32	0.12	0.00	0.00	0.00	0.05	0.26	0.29	0.49	3.11

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

Como se puede apreciar en la Figura 11, a lo largo del período comprendido entre los meses de mayo a setiembre se presenta un déficit hídrico, lo que exige se contemple un plan de aprovechamiento que asegure el abastecimiento de agua para el uso productivo agrícola, mediante la construcción de una infraestructura hidráulica de represamiento de los excedentes producidos por en el ámbito delimitado para el presente estudio durante el período de mayo a setiembre un déficit hídrico, por lo que se plantea



**Figura 11: Oferta vs demanda hídrica - Quinuacocha**

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018)

La alternativa técnica del PIP de riego plantea, el abastecimiento de agua para uso productivo agrícola durante todo el año de producción, mediante la operación de la estructura de regulación de los volúmenes excedentes disponibles en la laguna Quinuacocha

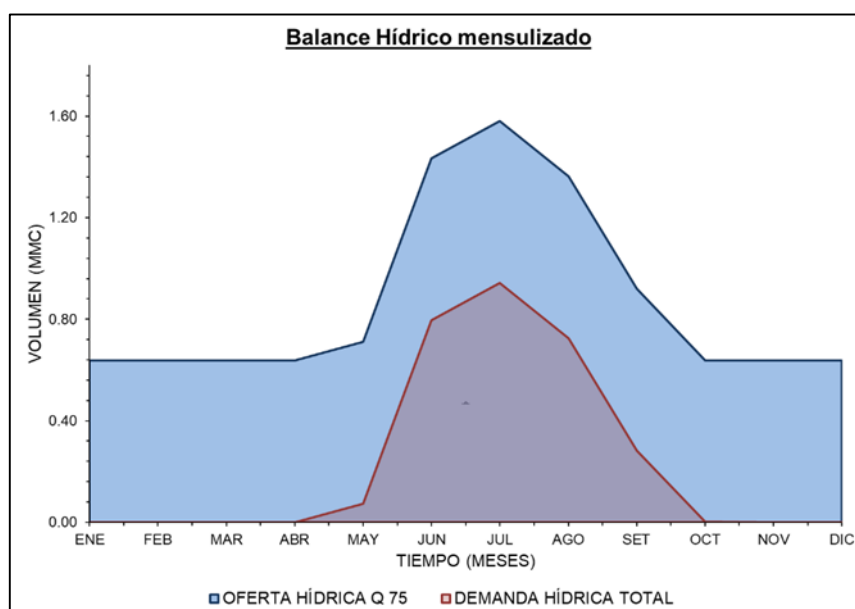
Junto con la mencionada estructura se plantea ejecutar un conjunto de estructuras para la conducción y distribución, además de reservorios de almacenamiento para cada sector de riego, lo que va a proveer el servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante, conformado para coadyuvar en el proceso de una adecuada y eficiente gestión de los recursos hídricos superficiales. Se muestra a continuación los resultados de la regulación de caudales que son regulados de acuerdo a la disponibilidad hídrica de la fuente.

Mediante la evaluación realizada se puede observar que la distribución mensual de los caudales de demanda son abastecidos por la oferta, en ese sentido se verifica que la alternativa técnica cumple con el objetivo planteado (Ver Tabla 20).

**Tabla 20: Balance hídrico con PIP para riego - Quinuacocha**

Descripción	Unidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
	Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
OFERTA HÍDRICA Q 75	MMC	1.23	1.33	1.44	1.10	0.83	0.71	0.65	0.65	0.68	0.85	0.95	1.21	11.64
	m3/s	0.55	0.63	0.57	0.36	0.16	0.13	0.13	0.12	0.18	0.29	0.32	0.54	3.99
CAUDAL ECOLÓGICO	MMC	0.12	0.13	0.14	0.11	0.08	0.07	0.07	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	1.16
	m3/s	0.05	0.06	0.06	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.05	0.40
CAUDAL DE REGULACIÓN	MMC	0.64	0.64	0.64	0.64	0.71	1.43	1.58	1.36	0.92	0.64	0.64	0.64	10.47
	m3/s	0.24	0.26	0.24	0.25	0.27	0.55	0.59	0.51	0.36	0.24	0.25	0.24	3.98
DEMANDA HÍDRICA TOTAL	MMC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.80	0.94	0.73	0.28	0.00	0.00	0.00	2.82
	m3/s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.31	0.35	0.27	0.11	0.00	0.00	0.00	1.07
BALANCE HÍDRICO TOTAL	MMC	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	7.65
	m3/s	0.24	0.26	0.24	0.25	0.24	0.25	0.24	0.24	0.25	0.24	0.25	0.24	2.53
DEFICIT	MMC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	m3/s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUPERAVIT	MMC	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	7.65
	m3/s	0.24	0.26	0.24	0.25	0.24	0.25	0.24	0.24	0.25	0.24	0.25	0.24	2.91

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).



**Figura 12: Resultado del balance hídrico - Quinuacocha**

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

## 5.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA: TARIFA DE SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO

El cálculo de la tarifa de servicio de agua para riego se puede expresar tanto en Nuevos Soles por metro cúbico o en Nuevos Soles por hectárea.

Para expresar la tarifa de servicio de agua para riego en Nuevos Soles por metro cúbico, es necesario realizar un correcto análisis de oferta y demanda de agua para riego, con esto se

tendrá información de cuál es la demanda en metros cúbicos, con lo cual se puede calcular el costo por metro cúbico.

Caso contrario para el cálculo de la tarifa de servicio de agua para riego, en donde se toma en cuenta el número de hectáreas que se van a beneficiar con el consumo del agua que abastecerá el proyecto, el valor que se obtienen es el pago por hectárea por año.

Por la naturaleza del presente trabajo, el autor evalúa el componente económico de un PIP de riego, mediante la comparación de los costos por operación y mantenimiento con la tarifa de servicio de agua para riego, la cual es calculada mediante el método de pago en nuevos soles por hectárea, como se detalla a continuación.

$$\sum_{t=1}^N (X \times Ha.)$$

**t** = período anual

**N** = Número de años que dura el proyecto

**X** = Tarifa de Agua para riego

(EXPRESADO EN S./ POR HECTÁREA)

**Ha.** = Número de ha. beneficiadas con agua

Mediante el uso de los datos de demandas de agua para riego y también las cédulas de cultivo, para cada sector de riego se obtiene los siguientes resultados, tomado en base al cultivo de cereales como indicador (Ver Tabla 21).

**Tabla 21: Valores calculados promedio para un año agrícola**

<b>Extensión (ha)</b>	<b>Dotación de Agua (m3)</b>	<b>Renta (S./ /ha)</b>	<b>Valor Residual (s./ / m3)</b>
Menor a 1 ha	11000	920	0.084
Entre 1 a 5 ha	11745	1531	0.080
Entre 6 a 10 ha	11171	1692	0.073
Mayor a 11 ha	14623	1519	0.087

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

Conforme a la evaluación realizada por el autor se observa, que la tarifa de servicio de agua para riego cubre los gastos de operación y mantenimiento que se establece para la alternativa técnica en la formulación del PIP para riego.

**Tabla 22: Resultado de la evaluación económica - Quinuacocha**

Concepto	1	2	3	4	5-10
T. servicio agua					
m3 /años	6,470,416.89	6,470,416.89	6,470,416.89	6,470,416.89	6,470,416.89
Tarifa de agua (S./m3)	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146
Ingreso	94,300.00	94,300.00	94,300.00	94,300.00	94,300.00
Egreso=s					
Operación	51,700.00	51,700.00	51,700.00	51,700.00	51,700.00
Mantenimiento	42,900.00	42,900.00	42,900.00	42,900.00	42,900.00
Total	94,600.00	94,600.00	94,600.00	94,600.00	94,600.00

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

### 5.3 EVALUACIÓN NORMATIVA: CERTIFICACIÓN AMBIENTAL

Se hace uso de la matriz de identificación de impactos ambientales en la ejecución y funcionamiento. A partir de los resultados del análisis de impacto ambiental del proyecto, se identificarán las acciones que se requieran para prevenir o mitigar los efectos adversos que el proyecto generaría en el medio ambiente. El desarrollo de este análisis se muestra a continuación.

**Tabla 23: Matriz de identificación de impactos de un PIP de riego - Quinuacocha**

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES				CRITERIOS DE EVALUACION						
ELEMENTOS DEL MEDIO	IMPACTOS AMBIENTALES	ELEMENTOS CAUSANTES	LUGAR DE OCURRENCIA	TIPO DE IMPACTO	MAGNITUD	AREA DE INFLUENCIA	DURACION	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	MITIGABILIDAD	SIGNIFICANCIA
AIRE	Alteración de la Calidad del Aire por emisión de partículas, gases y ruido	Construcción y operación de infraestructura de riego.	En el eje del sistema de distribución a parcelas agrícolas.	N	Baja	Puntual	Corta	Indefectible ocurrencia	Alta	Baja
AGUA	Riesgo de alteración de la calidad del agua	Construcción de obras civiles	En el área de obras	N	Moderada	Zonal	Moderada	Alta	Alta	Moderada
SUELO	Riesgo de alteración de la calidad del Suelo	Construcción y operación de campamento	En el área asignada como emplazamiento de estas instalaciones	N	Moderada	Puntual	Moderada	Alta	Alta	Moderada
RELIEVE	Modificación del Relieve del lugar	Construcción de instalaciones civiles	Componentes del sistema de riego	N	Moderado	Puntual	Permanente	Indefectible ocurrencia	No mitigable	Moderada
PAISAJE	Alteración del paisaje del lugar	Construcción y operación del sistema de riego	En el entorno del área asignada como emplazamiento de estas instalaciones	N	Baja	Puntual	Permanente	Indefectible ocurrencia	Alta	Baja
FLORA	Reducción de vegetación	Construcción y operación de infraestructura de riego.	En área asignada como emplazamiento de estas instalaciones y su entorno	N	Baja	Puntual	Permanente	Indefectible ocurrencia	Alta	Baja
FAUNA	Riesgo de perturbación de la fauna local	Construcción y operación del sistema de riego.	En el área asignada para estas instalaciones y su entorno	N	Baja	Puntual	Moderada	Alta	Alfa	Baja
ECONOMIA	Incremento del comercio local	Todas las actividades en conjunto	Ámbito del Proyecto	P	Baja	Zonal	Moderada	Alta	-	Baja
	Mejoramiento de la capacidad adquisitiva	Todas las actividades en conjunto	Ámbito del Proyecto	P	Baja	Zonal	Moderada	Alta	-	Baja

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

Con respecto a la evaluación normativa, en la cual el autor establece como parte de la viabilidad de un PIP para riego, la adecuación de a la normativa vigente en materia ambiental y, además, mediante ello se puede verificar si los impactos que generan la alternativa técnica son sostenibles.

#### **5.4 EVALUACIÓN SOCIO ORGANIZATIVA: ORGANIZACIÓN DE USUARIOS DE AGUA**

La evaluación socio organizativa, busca analizar las capacidades técnicas, administrativas y financieras de los actores. Estas organizaciones debidamente representadas tienen que participar de los respectivos presupuestos de inversión y de operación los costos de



organización y gestión (funcionamiento de la organización de usuarios, etc).

Es importante también su conformación para que puedan ser partícipes de la elaboración de los estudios de pre inversión de un PIP de riego, i no está constituida es necesario promover la creación de una organización de usuarios entorno al servicio de agua para riego

En la presente evaluación realizada por el autor se han establecido consultas a los beneficiarios, del área de influencia, mediante encuestas que buscan conocer el grado de implicancia que tienen con el PIP y con eso pronosticar su participación a lo largo de los años de vida útil del PIP de riego.

**Tabla 24: Numero de encuestas realizadas por sector de riego**

Localidad	Cantidad
Brillante	11
Catas	11
Chincho	7
Coyas	1
Huampoy	4
Huayllacancha	11
Nuevas Flores	5
San Miguel de Coyas	1
<b>Total general</b>	<b>51</b>

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

**Tabla 25: Desarrollo de actividad económica**

Etiquetas de fila	A qué se dedica principalmente
Agricultura	2%
Agricultura y comercio	16%
Agricultura y ganadería	55%
Agricultura y negocio	2%
Agricultura y obrero	12%
Agricultura, ganaderia y comercio	8%
Agricultura, ganaderia y obrero	6%
<b>Total general</b>	<b>100%</b>

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

**Tabla 26: Consulta por el pago de servicio de agua para riego sin PIP**

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>¿Paga alguna tarifa por el uso de agua para riego?</b>
No	100%
<b>Total general</b>	<b>100%</b>

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

**Tabla 27: Grado de compromiso con el PIP de riego**

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>¿Está de acuerdo con que se desarrolle un proyecto de riego en su comunidad?</b>
Si	100%
<b>Total general</b>	<b>100%</b>

FUENTE: Estudio de pre inversión a nivel de perfil “Creación del servicio de agua para el sistema de irrigación Quinuacocha – Brillante” (2018).

Los resultados de la evaluación socio organizativa nos dan luces de que existe un alto grado de compromiso de los beneficiarios en involucrarse y participar activamente en la organización de usuarios con un enfoque de sostenibilidad del PIP de riego.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

Mediante el análisis de la elaboración del estudio de acreditación de disponibilidad hídrica, pudimos observar inicialmente los cálculos hidrológicos para sustentar la oferta hídrica, que al ser comparada con la demanda de agua para riego, se obtiene como resultado el balance hídrico, y al ser evaluado por el autor, como parte de la alternativa técnica, obtiene caudales de regulación que abastecen la demanda de agua para riego en un año promedio, lo que asegura la viabilidad y propicia la sostenibilidad del PIP para riego.

Según el análisis económico, que involucra el cálculo de gasto en la operación y mantenimiento, es necesario reconocer como una condición de sostenibilidad que, mediante el pago de la tarifa de servicio de agua para riego, se permite que las comisiones de regantes que se vayan a conformar puedan destinar estos ingresos para cubrir los gastos de operación y mantenimiento.

El desarrollo de la EVAP con la rigurosidad que se exige, nos permite conocer los posibles impactos tanto positivos y negativos, de manera anticipada, lo cual nos favorece porque facilita el desarrollo del planteamiento para la reducción y mitigación de este impacto.

La Conformación de una comisión de usuarios como parte de la Organización de usuarios, que cuente con una junta directiva elegida entre todos los usuarios, además de que este reconocida administrativamente, promueve el uso eficiente del agua, sin afectar el derecho de tercero. Promueve la participación y contribución para la conservación mantenimiento y desarrollo de las fuentes naturales de agua. Se Encarga de realiza los cobros en forma oportuna de las tarifas por uso de agua.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

Nuestra formación académica universitaria nos brinda los conocimientos teóricos y prácticos para poder afrontar problemas reales en la formulación de estudios de pre inversión a nivel de perfil para riego, recomendaría a los colegas seguir participando de estos proyectos y seguir aportando con su experiencia.

Por la naturaleza de la formulación de los estudios de pre inversión los ingenieros agrícolas tienen que contar con el desarrollo de las capacidades blandas, para las situaciones en las que tengan que resolver conflictos, además de dominar herramientas para interactuar con diferentes grupos de interés. Es sabido también que estos proyectos conforman grupos de diferentes profesionales, en donde el ingeniero agrícola tiene que estar dotado de capacidades de liderazgo, Capacidades de desarrollo en equipos multidisciplinario.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andía, W. (2012). Los Estudios de Impacto Ambiental y su Implicancia en las Inversiones de los Proyectos. *Industrial Data*, 15(2),17-20. ISSN: 1560-9146. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81629470003>

Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2008). Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Perú. 29 de agosto de 2021, de ANA Recuperado de <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/1880>

Boelens, R.; Hoogendam, P. (2001). Derechos de agua y acción colectiva. Perú: Instituto de Estudios Peruanos. pp. 85

Carpio, J. (2018). Análisis crítico de la gestión de proyectos de inversión pública para la implementación de los centros de innovación productiva y transferencia tecnológica en el instituto tecnológico de producción - ITP. 02 de setiembre de 2021, de USMP Recuperado de [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5610/Trab\\_inves\\_m\\_aes\\_Carpio.abierto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5610/Trab_inves_m_aes_Carpio.abierto.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Gamarra, H. (2018). Análisis comparativo de los lineamientos de los sistemas de inversión pública invierte PE y SNIP aplicados en la formulación de proyectos de inversión pública de saneamiento en el dpto de Lambayeque durante el periodo 2016 - 2017. 06 de agosto de 2021, de Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Recuperado de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/5870>

Hirschman, A. (1969). El comportamiento de los proyectos de desarrollo. México: Siglo XXI. pp 183.

Ingeniería Civil. (1992). Dotaciones de Riego Máximas. 28 de Agosto de 2021, de USDA – SCS. Recuperado de [https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/precipitacionefectiva05\\_tcm30-82980.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/precipitacionefectiva05_tcm30-82980.pdf)

Jurupe, C.; Vigo, D.; Núñez, L. (2017). Propuesta de mejora del proceso de gestión de estudios de preinversión de infraestructura vial - provías descentralizado. 29 de Agosto de 2021, de Escuela de Post grado de la Universidad del Pacífico. Recuperado de [https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2019/Carlos\\_Tesis\\_maestria\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2019/Carlos_Tesis_maestria_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Lux, B. (2015). Conceptos básicos de morfometría de cuencas hidrográficas. 28 de agosto de 2021, de Universidad San Carlos de Guatemala. Recuperado de [https://core.ac.uk/display/35294551?utm\\_source=pdf&utm\\_medium=banner&utm\\_campaign=pdf-decoration-v1](https://core.ac.uk/display/35294551?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1)

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (2011). Pautas para la Identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a nivel de perfil. 30 de agosto de 2021, de Dirección General de Programación Multianual del Sector Público MEF. Recuperado de [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/Pautas\\_para\\_la\\_I,FyES\\_de\\_PIP,\\_perfil.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/Pautas_para_la_I,FyES_de_PIP,_perfil.pdf)

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (2017). El nuevo Sistema de Inversión Pública. 02 de setiembre de 2021, de MEF. Recuperado de <https://s3.amazonaws.com/gobpe-production/uploads/document/file/191239/INVIERTE.PE.pdf>

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (2019). Guía General para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión. Agosto 2021, de Dirección General de Programación Multianual de inversiones – DGPMI. Recuperado de [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/Metodologias\\_Generales\\_PI/GUIA\\_EX\\_ANTE\\_InviertePe.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/Metodologias_Generales_PI/GUIA_EX_ANTE_InviertePe.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2000). Manual de Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia. 29 de agosto de 2021, de Oficina Principal de Desarrollo de Agua y Suelo. Recuperado de <http://www.fao.org/3/ai128s/ai128s00.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). (1998). Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de requerimientos de agua de los cultivos. 04 de setiembre de 2021, de FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>

Rivas, D.; Moreno, M. (2019). Delimitación hidrográfica y caracterización morfométrica de la cuenca del río Metica. 27 de agosto de 2021, de Universidad Cooperativa de Colombia Sede Villavicencio. Recuperado de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11104/6/2019\\_Delimitaci%C3%B3n\\_hidrogr%C3%A1fica\\_Rio\\_metica.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11104/6/2019_Delimitaci%C3%B3n_hidrogr%C3%A1fica_Rio_metica.pdf)

Serrano Vincenti, S.; Zuleta, D.; Moscoso, V.; Jácome, P.; Palacios, E. & Villacís, M. (2012). Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el distrito metropolitano de Quito. La Granja. Revista de Ciencias de la Vida, 16(2),23-47.. ISSN: 1390-3799. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047400004>

## **VIII. ANEXOS**



## Anexo 1: Datos meteorológicos - SENAMHI

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



### DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : DOS DE MAYO /004450/ DZ-10

LONG. : 76° 46' "W"

DPTO. : HUANUCO

PARAMETRO : TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)

LAT. : 09° 43' "S"

PROV. : DOS DE MAYO

ALT. : 3442 msnm

DIST. : PACHAS

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2006	S/D	12.0	11.2	11.4	10.9	10.6	10.4	11.2	11.7	12.0	11.8	12.4
2007	12.4	12.5	11.1	11.3	11.5	10.4	10.6	11.1	10.9	11.5	12.4	11.8
2008	11.5	11.3	10.5	11.1	11.2	10.7	10.5	11.7	11.3	11.4	12.2	11.9
2009	11.2	11.0	11.2	11.4	11.3	10.7	10.4	11.4	11.8	11.9	12.3	11.7
2010	12.3	12.8	12.2	12.1	12.3	11.0	11.1	10.9	11.5	11.8	11.4	10.6
2011	11.1	10.8	10.9	10.9	11.3	10.7	10.3	11.1	11.0	11.9	12.0	10.9
2012	11.4	10.9	10.8	11.1	10.7	9.9	10.1	10.5	10.6	11.7	11.9	11.6
2013	12.1	11.5	11.7	11.6	11.3	10.4	9.5	10.6	11.5	11.9	11.7	11.7
2014	11.4	11.0	11.3	11.2	11.5	11.0	10.1	10.1	11.1	11.0	12.3	11.9
2015	11.3	11.7	11.4	11.1	10.9	10.4	10.6	11.2	12.1	12.1	12.3	11.8
2016	S/D	S/D	12.7	12.3	11.8	10.4	10.4	11.4	11.6	11.7	12.6	11.8
2017	10.8	11.3	11.2	11.5	11.4	10.8	10.2	11.1	11.8	12.3	11.8	11.5
2018	10.8	11.8	11.6	10.5	11.2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D

S/D = Sin Datos

INFORMACION PREPARADA PARA CONSULTORES Y CONSTRUCTORES DE PROYECTOS DE INVERSION PARA EL DESARROLLO SOCIAL S.A.C. (PIDES S.A.C.)

LIMA, 09 DE AGOSTO DEL 2018

N° PRES/SOLIC: 201808000007 /201808000008

5665

**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN  
TOTAL O PARCIAL**

**VÁLIDO SÓLO EN ORIGINAL**

## Anexo 2: Análisis de la calidad de agua



### UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH  
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO  
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 008896

### ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

**SOLICITANTE** : PIDES S.A.C  
**PROYECTO** : Creación del servicio de agua para el sistema de Irrigación Quinuacocha-Brillantes- Distrito de Arancay, provincia Huamantla, Departamento Huánuco\*  
**PROCEDENCIA** : Irrigación Quinuacocha- Brillantes- Distrito de Arancay, Provincia Huamantla, Departamento Huánuco\*  
**RESPONSABLE ANALISIS** : Ing. Nore Arévalo Flores  
**FECHA DE ANALISIS** : La Molina, 03 de agosto de 2018

Nº LABORATORIO	8896	
Nº DE CAMPO	Agua de pozo	
CE dS/m	3.15	
pH	7.68	
Calcio meq/l	12.81	
Magnesio meq/l	4.43	
Sodio meq/l	13.91	
Potasio meq/l	0.27	
<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>31.42</b>	
Cloruro meq/l	19.05	
Sulfato meq/l	9.99	
Bicarbonato meq/l	1.87	
Nitratos meq/l	0.29	
Carbonatos meq/l	0.00	
<b>SUMA DE ANIONES</b>	<b>31.20</b>	
SAR	4.74	
<b>CLASIFICACION</b>	<b>C4-S2</b>	
Boro ppm	0.33	



### **Anexo 3: Panel fotográfico**

#### **Laguna Quinuacocha – Zona de estudio**





## Zona de descarga de la laguna





## Aforo en el punto de descarga



## Ubicación del punto de captación

