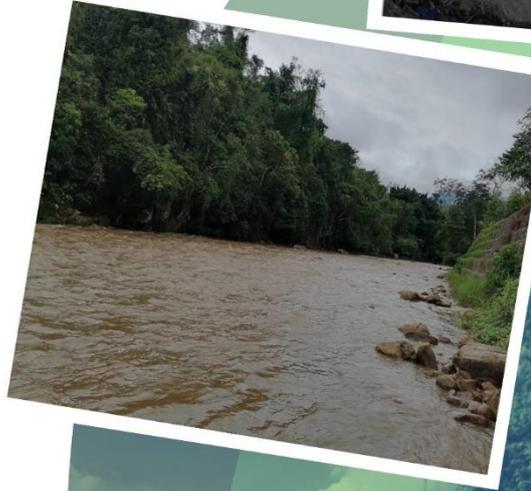


# INFORME TÉCNICO: Estado Situacional y Aplicación del Análisis Multicriterio en la Optimización de la Red Hidrológica en la Selva Central del País



Dirección de Hidrología  
Subdirección de Estudios e Investigaciones Hidrológicas

Diciembre 2023



**Informe Técnico:  
Estado Situacional y Aplicación del Análisis  
Multicriterio en la Optimización de la Red  
Hidrológica en la Selva Central del País**



# **Informe Técnico: Estado Situacional y Aplicación del Análisis Multicriterio en la Optimización de la Red Hidrológica en la Selva Central del País**

## **Presidente Ejecutivo**

MSc. Gabriela Teófila Rosas Benancio

## **Director de Hidrología**

MSc. Oscar Gustavo Felipe Obando

## **Subdirector de Estudios e Investigaciones Hidrológicas**

PhD. Waldo Sven Lavado Casimiro

## **Autor:**

Ing. Héctor Alberto Vera Arévalo

Subdirección de Estudios e Investigaciones Hidrológicas

## **Colaboración:**

Narro Dueñas Ángel Francisco

Casaverde Riveros, Miriam Rocío

Subdirección de Predicción Hidrológica

Cruzate García, Dula

Dirección de Hidrología.

## **Derechos Reservados**

© SENAMHI, Diciembre 2023

## **Citar como:**

Vera, H. (2023), Informe Técnico: Estado situacional y aplicación del análisis multicriterio en la optimización de la red hidrológica en la selva central del país. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>10</b>
<b>I. ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>11</b>
1.1 Introducción .....	11
1.2 Antecedentes.....	12
1.3 Objetivo general.....	13
1.4 Objetivo específico.....	13
1.5 Justificación .....	13
<b>II. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>19</b>
2.1 Ámbito de estudio .....	19
2.2 Climatología.....	22
2.2.1 Departamento de San Martín:.....	22
2.2.2 Departamento de Huánuco: .....	23
2.2.3 Departamento de Ucayali:.....	23
2.2.4 Departamento de Pasco: .....	23
2.3 Hidrología .....	25
2.3.1 Red hidrológica San Martín:.....	25
2.3.2 Red hidrológica Huánuco:.....	27
2.3.3 Red hidrológica Ucayali: .....	28
2.3.4 Red hidrológica Pasco: .....	28
2.3.5 Red hidrológica Junín: .....	28
2.4 Zonas de vida .....	31
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>33</b>
3.1 Diagnóstico y/o caracterización de la red hidrométrica .....	33
3.2 Determinación de la red hidrométrica mínima .....	33
3.2.1 Guía de Prácticas Hidrológicas – OMM N°168.....	33
3.2.2 Número óptimo de estaciones criterio de Karaziev .....	34
3.2.3 Optimización criterio de Karaziev .....	35
3.3 Análisis Multicriterio (MCA) .....	35
<b>IV. SITUACIÓN DE LA RED HIDROMÉTRICA ACTUAL.....</b>	<b>37</b>
4.1 Evaluación del equipamiento e infraestructura existente.....	40
4.1.1 Situación de la red hidrológica Dirección Zonal 09.....	40
4.1.2 Situación de la red hidrológica Dirección Zonal 10.....	48
4.1.3 Situación de la red hidrológica Dirección Zonal 11 .....	61
4.2 Diagnóstico de la red hidrométrica.....	65
4.2.1 Red hidrométrica en la DZ 09 .....	65
4.2.2 Red hidrométrica en la DZ 10 .....	71
4.2.3 Red hidrométrica en la DZ 11 .....	77

<b>V. RESULTADOS Y PLANTEAMIENTO DE OPTIMIZACIÓN .....</b>	<b>82</b>
5.1 Valores mínimos de estaciones hidrológicas - OMM en la Guía de Prácticas Hidrológicas N°168 .....	82
5.2 Aplicación de Análisis Multicriterio (MCA) .....	83
5.3 Planteamiento de la optimización.....	85
5.4 Mejoramiento de la red existente .....	87
5.5 Brecha de estaciones e implementación de nuevos puntos de control hidrométrico .....	88
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>90</b>
6.1 Conclusiones .....	90
6.2 Recomendaciones .....	91
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>92</b>

#### **ANEXOS:**

Anexo 1: Datos de nivel de agua diario y diferencia de nivel diario EHA/HLM Puente Pérez .....	94
Anexo 2: Puntos obtenidos del estudio de Optimización a los cuales se aplicó MCA.....	96
Anexo 3: Distribución espacial - Puntos obtenidos del estudio de Optimización a los cuales se aplicó MCA .....	98
Anexo 4: Ubicación geográfica y política de puntos con MCA.....	99
Anexo 5: Distribución espacial de puntos con MCA .....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: DAÑOS POR EVENTOS DE MAYOR INCIDENCIA .....	14
Tabla 2: San Martín Provincias y cuencas - DZ09 .....	19
Tabla 3: Provincias por departamento y cuencas – DZ10 .....	20
Tabla 4: Provincias por departamento y cuencas - DZ11 .....	20
Tabla 5: Valores mininos recomendados de densidad por estaciones .....	34
Tabla 6: Definiciones y criterios para a aplicación del análisis multicriterio .....	36
Tabla 7: Variables y consideraciones aplicadas en el análisis multicriterio (MCA) .....	37
Tabla 8: Rangos de valores MCA considerados para la valoración de la ubicación de estaciones .....	37
Tabla 9: Estaciones hidrológicas por Dirección Zonal.....	38
Tabla 10: Récord de datos de nivel de agua estaciones hidrométricas – Dirección Zonal 09 .....	66
Tabla 11: Récord de datos de nivel de agua estaciones hidrométricas – Dirección Zonal 10 .....	71
Tabla 12: Valores estadístico de variación entre la HLM y EHA Puente Pérez .....	73
Tabla 13: Provincias por departamento y cuencas en el ámbito de la DZ11 .....	77
Tabla 14: Récord histórico de datos de nivel de agua estaciones hidrométricas – Dirección Zonal 11 .....	78
Tabla 15: Densidades mínimas (km <sup>2</sup> por estación) .....	82
Tabla 16: N° de estaciones mínimas según unidad hidrográfica .....	83
Tabla 17: N° de estaciones en cada unidad hidrográfica .....	84
Tabla 18: Cantidad de estaciones por unidad hidrográfica priorizadas .....	86
Tabla 19: Estaciones Senamhi por unidad hidrográfica priorizada.....	87
Tabla 20: Estaciones Hidrológicas existentes por Unidad Hidrográfica.....	88
Tabla 21: Posibles lugares para la ubicación de nuevos puntos de control hidrométrico .89	

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Mapa climático en el ámbito de estudio.....	25
Mapa 2: Mapa red hidrográfica en el ámbito de estudio.....	30
Mapa 3: Mapa zonas de vida en el ámbito de estudio.....	32
Mapa 4: Ubicación espacial de estaciones hidrológicas en el ámbito de estudio, se incluye aquellas que se encuentran paralizadas. ....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Histograma de nivel de agua promedio diario EHA/HLM Puente Pérez del periodo enero – mayo 2023.....	74
Figura 2: Histograma de nivel de agua diario - HLM Puente Breña- periodo 1996 – 2022. ....	80

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Vista en el tiempo de la estación hidrométrica Campanilla.....	40
Foto 2: Vista de la estación hidrológica HLM Picota- río Huallaga .....	41
Foto 3: Vista en el tiempo de la estación hidrométrica Chazuta (Cortesía A. Narro) .....	42
Foto 4: A la izquierda, lugar donde estuvo la escala limnimétrica, a la derecha lugar donde se podría instalar una nueva escala.....	43
Foto 5: Vista de la estación hidrométrica Biavo.....	44
Foto 6: Vista de la estación HLM Cumbaza (Cortesía A. Narro).....	45
Foto 7: Vista de la estación hidrométrica Shanao .....	46
Foto 8: Vista de la estación hidrológica HLM/EHA Huayabamba .....	48
Foto 9: Vista de la estación HLM San Rafael.....	49
Foto 10: Vista de la estación HLM/EHA Taruca .....	50
Foto 11: Vista de la estación HLM/EHA Puente Pérez.....	51
Foto 12: Vista de la estación HLM/EHA Tingo María .....	52
Foto 13: Vista de los trabajos que se ejecutan en la estación HLM/EHA Tingo María (setiembre 2023).....	53
Foto 14: Vista de la estación HLM/EHA Tocache, en la parte superior izquierda la escala limnimétrica y sensor radárico .....	54
Foto 15: Vista de la estación HLM Higueras .....	55
Foto 16: Vista de la estación HLM/EHA Chinchavito.....	56
Foto 17: Vista de la estación HLM/EHA Puente Bella .....	57
Foto 18: Vista de la estación HLM Puerto Inca – río Pachitea.....	58
Foto 19: Vista de la estación HLM Aguaytía – río del mismo nombre .....	59
Foto 20: HLM – Aguaytía instalación de reglas provisionales (regla 3 y 1), instaladas en el área de influencia para la continuidad en la toma de datos.....	59
Foto 21: En la parte superior, tramos 1 y 2, en la vista inferior tramos 2 y 3. ....	60
Foto 22: Vista de la estación hidrológica Shullcas – río Mantaro .....	62
Foto 23: Vista de la estación hidrológica Puente Breña .....	62
Foto 24: Vista de la estación hidrológica Perene, antes y después de la crecida 2012 – 2013. ....	64
Foto 25: Vista de la estación hidrológica Tulumayo, la flecha azul indica la regla y tubo limnigráfico. En el círculo nótese la construcción del puente.....	65
Foto 26: Vista de la estación hidrológica Cumbaza (setiembre 2023).....	70

## RESUMEN

Las redes hidrométricas tienen gran importancia en la evaluación de los recursos hídricos disponibles, al permitir dimensionar cualquier tipo de infraestructura hidráulica, asimismo permite evaluar y analizar el régimen hídrico de un curso de agua donde se pueda detectar eventos anómalos y, apoyar la toma de decisiones en marco de la gestión de riesgos de desastres, planificación del desarrollo, etc., sin embargo por su ubicación y el rol que cumplen, se encuentra expuesta a diversos peligros como las crecientes de los ríos, deslizamientos, socavación y erosión de la márgenes, asimismo el escaso mantenimiento de la infraestructura que la soporta y del equipamiento así como el vandalismo, ocasiona la pérdida de registros.

Para el diagnóstico y/o caracterización de las estaciones hidrométricas, se ha realizado en base a información brindada por los Directores de las Direcciones Zonales involucradas, Informes de trabajo de campo, visita de campo de personal de Hidrología entre otros documentos y comunicaciones que han contribuido al desarrollo del estudio, asimismo se ha evaluado en número la red de otras Instituciones públicas (ANA y ELECTROPERU).

La cuantificación de la red hidrométrica, se ha realizado en base a la metodología descrita en el Guía de Prácticas Hidrológicas – OMM N°168, donde se establece en base a reglas generales una densidad mínima en regiones fisiográficas. Los resultados obtenidos se ha comparado con los del estudio “Optimización de la red hidrológica a nivel nacional”- SENAMHI, 2018, donde se ha determinado el número óptimo de estaciones a nivel nacional, para finalmente aplicar el criterio de análisis multicriterio (MCA) , que es un instrumento que permite evaluar diversas posibles soluciones a un problema determinado, en el cual se usan herramientas que tienen múltiples criterios para facilitar la toma de decisiones y llegar a una solución óptima, su aplicación permitirá mejorar el número de estaciones mínimas.

De acuerdo a la metodología de la OMM, en el área de estudio se debe tener 109 estaciones hidrológicas, sin embargo; mediante el proceso de optimización con Karaziev (SENAMHI, 2018) se obtiene un valor de 111 estaciones y, al aplicar un análisis multicriterio, el número es de 86 estaciones.

Si, SENAMHI rehabilita y pone en funcionamiento las cuatro (04) estaciones paralizadas, el área de estudio contaría con 24 estaciones hidrológicas operativas, con las cuales el déficit sería de 62 estaciones, si incorporamos estaciones de otras Instituciones como ELECTROPERU y ANA, el déficit estaría en 46 estaciones.

**Palabras clave:** Recursos hídrico, Red hidrométrica, Densidad mínima, Análisis Multicriterio (MCA), peligro, Gestión de riesgos

## ABSTRACT

Hydrometric networks are of great importance in the evaluation of available water resources, as they allow any type of hydraulic infrastructure to be sized, and they also allow the evaluation and analysis of the water regime of a watercourse where anomalous events can be detected and support decision making. within the framework of disaster risk management, development planning, etc., however, due to its location and the role it plays, it is exposed to various dangers such as river flooding, landslides, scour and erosion of the banks, as well as The poor maintenance of the infrastructure that supports it and the equipment, as well as vandalism, causes the loss of records.

For the diagnosis and/or characterization of the hydrometric stations, it has been carried out based on information provided by the Directors of the Zonal Directorates involved, field work reports, field visits by Hydrology personnel among other documents and communications that have contributed To develop the study, the network of other public institutions (ANA and ELECTROPERU) has also been evaluated in number.

The quantification of the hydrometric network was carried out based on the methodology described in the Guide to Hydrological Practices – WMO No. 168, where a minimum density in physiographic regions is established based on general rules. The results obtained have been compared with those of the study “Optimization of the hydrological network at the national level” - SENAMHI, 2018, where the optimal number of stations at the national level has been determined, to finally apply the multicriteria analysis (MCA) criterion. Which is an instrument that allows evaluating various possible solutions to a given problem, in which tools that have multiple criteria are used to facilitate decision making and reach an optimal solution, its application will allow improving the number of minimum stations.

According to the WMO methodology, the study area must have 109 hydrological stations, however; through the optimization process with Karaziev (SENAMHI, 2018), a value of 111 stations is obtained and, when applying a multicriteria analysis, the number is 86 stations.

If, SENAMHI rehabilitates and puts into operation the four (04) paralyzed stations, the study area would have 24 operational hydrological stations, with which the deficit would be 62 stations, if we incorporate stations from other Institutions such as ELECTROPERU and ANA, the deficit it would be in 46 stations.

**Keywords:** Water resources, Hydrometric network, Minimum density, Multicriteria Analysis (MCA), danger, Risk management

## I. ASPECTOS GENERALES

### 1.1 Introducción

Perú es un país altamente vulnerable al cambio climático, presenta siete de las nueve características de vulnerabilidad reconocidas por las Naciones Unidas, la presencia del fenómeno El Niño y, últimamente en marzo del 2023 del ciclón Yaku (Agua), fenómenos que afectan negativamente la infraestructura vial, productiva y social del país, así como la pérdida de vidas humanas, perturba la salud de la población, ante ello, la adaptación al cambio climático es necesario y prioridad, por ello, es necesario contar con información oportuna, que permita a las instituciones responsables, brindar servicios climáticos adecuados para la optimización de decisiones, que conlleven a mitigar los efectos adversos que producen los fenómenos climáticos.

El aparato productivo del país, se encuentra concentrado en la costa y, parte de la selva central (provee alimentos a la capital, energía hidroeléctrica), que depende del sistema climático, en especial del sistema hidrológico, que puede sufrir graves consecuencias ante abruptas variaciones del sistema.

El sistema hidrográfico del Perú está comprendido por alrededor de 12 200 lagunas y más de 1 007 ríos. La variada orografía del territorio peruano caracterizada por la Cordillera de los Andes, que se extiende longitudinalmente de Norte a Sur da origen a la conformación de ríos y cuencas hidrográficas con características distintas, asimismo divide al Perú en tres grandes vertientes denominadas: Pacífico, con 62 unidades hidrográficas; Atlántico, con 84 unidades y; Lago Titicaca, con 13 unidades; cada una de ellas con sus particularidades.

Una red de registro hidrológico, principalmente es diseñada para obtener datos de nivel y/o caudal de agua en un curso natural o canal, pero tener registros de precipitación es importante para completar los datos medibles directamente del ciclo hidrológico, para desarrollar modelos hidrológicos y de escorrentía.

Con los registros obtenidos en las estaciones hidrológicas, permite monitorear los recursos hídricos de determinado curso de agua, asimismo se puede conocer la variabilidad del régimen hídrico e identificar posibles eventos anómalos como sequías, inundaciones, información hidrológica, de mucha utilidad en los diferentes sectores socio económico como: transportes, agricultura, construcción, energía, gestión del riesgo desastres, gestión de los recursos hídricos, investigación, etc.

La selva central, es una región sub tropical ubicada en el centro del Perú, que ocupa el 10 % del territorio peruano y, abarca los departamentos de Junín, Pasco, Huánuco y Ucayali y, la parte más austral de Loreto conocido como Bota Azul y, la zona boreal de las regiones de Huancavelica y Cuzco.

En el presente estudio se ha considerado los departamentos de Junín, Pasco, Huánuco, Ucayali, e incluyendo San Martín, que corresponde a jurisdicciones de las Direcciones Zonales 09,10 y 11, el cual se desarrolla en marco del POI – 2023 de la Dirección de Hidrología como parte de la actividad operativa y, acción Estudios Especializados

## 1.2 Antecedentes

**El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI** de conformidad con el Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente y la Ley N° 24031 (14 diciembre 1984), Ley del Servicio Nacional de Meteorología del Perú, modificado por la Ley N° 27188 (25 octubre 1999), es un organismo público ejecutor adscrito al Ministerio del Ambiente, que tiene por finalidad planificar, organizar, coordinar, normar, dirigir y supervisar las actividades meteorológicas, hidrológicas y conexas, mediante la investigación científica, la realización de estudios, proyectos y la prestación de servicios en materias de su competencia.

Asimismo, en el artículo 5, del Reglamento de Organización y Funciones (ROF) sobre funciones del SENAMHI, en el inciso a)) Organizar, operar, controlar, mantener y fortalecer la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas, Hidrológicas y Agrometeorológicas (en adelante, Red Nacional de Estaciones), de conformidad con las normas técnicas de la OMM, y las necesidades de desarrollo nacional, a excepción de las redes de estaciones para fines específicos, esta función es detallada en el artículo 50 inciso f) Planificar y coordinar con la Dirección de redes de Observación y Datos (DRD) sobre la ampliación y/o racionalización de las estaciones meteorológicas, en ámbito nacional y regional.

El SENAMHI, tiene como una de sus funciones organizar, operar, controlar, mantener y fortalecer la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas, Hidrológicas en conformidad con las normas técnicas de la OMM, y las necesidades de desarrollo nacional, a excepción de las redes de estaciones para fines específicos.

La red hidrometeorológica del SENAMHI, está conformada por 1 331 estaciones (meteorológicas e hidrológicas), de las cuales 295 (22 %) se encuentran en situación de paralizadas y 1036 (78 %) en estado funcionando.

De las estaciones operativas, 136 (13 %) son estaciones hidrológicas automáticas y, 120 hidrológicas convencionales, cabe mencionar que las estaciones automáticas se encuentran emplazadas en el mismo lugar de la estación convencional, por lo tanto, se puede decir que se tiene 136 puntos de control hidrométrico, con mayor concentración en la vertiente del Pacífico.

SENAMHI-DHI, 2022, “Diagnostico de la red nacional con fines de optimización y vigilancia y pronóstico hidrológico 2022”, se concluye que la red hidrológica, en la vertiente del Pacífico se concentra el 53 %, el 38 % en la región Amazónica y, un 9% en el Titicaca.

Mediante D.S N°003-2022 MINAM del 24.01.2022, declara de interés nacional la emergencia climática, donde se decreta en el ítem 2.3.1 del artículo 2° “El Ministerio de

Economía y Finanzas, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y autoridades sectoriales, impulsa la inversión y el funcionamiento óptimo en los servicios hidrometeorológicos, asegurando la sostenibilidad de la red nacional y específicas de estaciones meteorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas, redes glaciológicas, vigilancia atmosférica, oceanográfica y de calidad del agua, para efectos de contar con información científica que permita adoptar decisiones frente a la gestión de riesgo de desastres y la gestión integral del cambio climático.

### 1.3 Objetivo general

Realizar la optimización de la red hidrológica del SENAMHI en la selva central del país, con la finalidad de obtener información o datos hidrológicos en puntos estratégicos y/o de mayor interés, en calidad, cantidad y oportunidad, en apoyo a la toma de decisiones.

### 1.4 Objetivo específico

Realizar el diagnóstico de la red hidrológica en el ámbito de la DZ11, DZ10 y DZ09, que permita conocer el estado situacional en que viene operando las estaciones hidrométricas.

### 1.5 Justificación

#### ✓ Técnica

El planteamiento de una red hidrológica tiene diferentes fines o aplicaciones, entre las que resalta el monitoreo de fenómenos hidrometeorológicos (inundaciones, sequías), planificación de los recursos hídricos, sistemas de alerta temprana, validación de modelamiento hidrológico e hidráulico y otros, los cuales se estudian a través de datos obtenidos en las estaciones hidrológicas o hidrométricas ubicadas en la zona de interés, en ese aspecto la variabilidad climática, el cambio climático y otras alteraciones del clima plantean a los servicios meteorológicos e hidrológicos un gran reto para su mitigación y protección de la vida humana.

El cambio climático ha planteado un gran desafío para el medio ambiente y los ecosistemas globales en el siglo XXI y más allá, asimismo se espera que los eventos de precipitación extrema sean más recurrentes en muchas regiones del mundo, lo que generará más peligros naturales, entre ellos las inundaciones y sequías extremas. Las inundaciones tuvieron un impacto severo y perjudicial en las personas y las comunidades, y tuvo relevantes consecuencias sociales, económicas y ambientales a lo largo de la historia de la humanidad (Haltas et al., 2021). A causa de estas condiciones climáticas extremas, la respuesta insuficiente a los desastres y las pérdidas por inundaciones se han incrementado rápidamente a nivel mundial. Según la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2020), en los últimos 50 años poco menos del 80 % de los desastres a nivel global están vinculados a eventos meteorológicos y climáticos.

MEF, 2010...el cambio climático tiene ciertas características que es necesario tener en cuenta en el proceso de inversión pública, entre ellas la incertidumbre es la

principal para efectos del análisis. En otras palabras, ni quien formula el proyecto ni quien lo evalúa saben cuándo un evento de la naturaleza, como una lluvia, una helada o una sequía, puede afectar una obra ni la intensidad probable de esa afectación. Se puede establecer la probabilidad de ocurrencia de un evento sobre la base de información histórica y mediante la estadística.

CONAM, 2005c...en la cuenca del río Mantaro se ha encontrado un incremento de la temperatura máxima de aproximadamente 1,3 °C en los últimos 50 años (0,24 °C por década). Igualmente, la frecuencia de las heladas presenta un aumento durante los últimos 40 años. En esta zona, uno de los principales problemas asociados al cambio climático es la reducción de la disponibilidad de agua debido a la disminución de las precipitaciones. La producción de energía eléctrica se vería afectada por esta circunstancia, en particular se proyecta que en la zona del lago Junín, el principal reservorio, las precipitaciones disminuirán en 10 %.

INDECI, 2022 “Compendio Estadístico 2021, los peligros de mayor recurrencia en el período 2003 – 2021, son: bajas temperaturas, lluvias intensas, vientos fuertes, inundaciones e incendios urbanos, en el Tabla 1, se detalla las afectaciones en el período mencionado.

El 76% de los daños, son ocasionados por fenómenos de origen hidroclimático, siendo las lluvias intensas, bajas temperaturas e inundaciones los que ocasionan mayor afectación, resultando los riesgos climáticos un estímulo negativo para el desarrollo, por lo tanto, la gestión de los riesgos asociados al clima, constituye un factor clave en el desarrollo, identificándolos, para su reducción y mitigación, que conlleve a proteger las personas, sus medios de vida y sus bienes.

**Tabla 1: DAÑOS POR EVENTOS DE MAYOR INCIDENCIA  
PERIODO 2003-2021**

	Daños Personales	Daños Viviendas		Daños en Has cultivo
Total	20'482,270	1'952,791		3'708,678
Bajas Temperaturas	8'000,818	136,257		1'172,064
Lluvias Intensas	4'463,256	911,326		315,743
Vientos fuertes	400,845	77,579		27,649
Inundación	2'655,734	503,884		355,356
Incendios urbanos	197,334	37,639		7,048
<b>DAÑOS PERSONALES</b>			<b>DAÑOS VIVIENDAS</b>	
		DESTRUIDAS		INHABITABLES
FALLECIDAS	3,027	277,283		1675,508
HERIDAS	13,068		<b>TOTAL = 1'952,791</b>	
DESAPARECIDAS	388		<b>DAÑOS HAS CULTIVO</b>	
DAMNIFICADAS	2 048,414	AFFECTADAS		2'411,108
AFFECTADAS	18 417,373	PERDIDAS		1'297,570
<b>TOTAL</b>	<b>20'482,270</b>		<b>TOTAL = 3'708,678</b>	

Daños personales: Persona que perdió su vivienda y su medio de vida; por lo general Ganado, cultivo y negocios.

Afectados: Personas que parcialmente fueron afectadas su vivienda y que perdieron Parte de su medio de vida.

Fuente; INDICE, 2022 “Compendio Estadístico 2021”

Adaptado por H. Vera 2023

El enfoque de GRC del PNUD tiene en cuenta tanto los riesgos provocados por la variabilidad del clima actual como la proyección de las trayectorias del cambio climático. La gestión del riesgo climático se centra en el desarrollo de sectores, como la agricultura, los recursos hídricos, la seguridad alimentaria, la salud, el medio ambiente y los medios de subsistencia, son muy sensibles al cambio y a la variabilidad del clima.

Para el PNUD, la gestión y la prevención de los riesgos climáticos implica no sólo el replanteamiento de las vías de desarrollo, las políticas y los marcos institucionales tradicionales, sino también el fortalecimiento de las capacidades locales, nacionales y regionales para diseñar e implementar medidas de gestión de riesgos, mediante la coordinación de una amplia gama de actores, entre los que se encuentran el sistema de las Naciones Unidas, los gobiernos nacionales, organizaciones no gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil y miembros de la comunidad científica. Pero, en la medida que se mejore la capacidad de predicción y de modelización, algunas instancias decisorias avanzan más allá de la atenuación de los riesgos y adoptan un enfoque integral de gestión de riesgos, que abarca la adaptación a los cambios previstos con miras a evitar completamente los daños.

Inter-American Development Bank November 2014, "Disaster Risk Reduction", la frecuencia de los desastres naturales, en ALC está aumentando como en el resto del mundo, durante las décadas del 1960 y 1970 ocurrieron menos de 20 desastres por año, mientras que durante la década del 2000 ocurrieron en promedio 50 desastres por año. Aunque estos se están volviendo menos mortales, se están volviendo más costosos en cuanto a daños totales.

Con el fin de conocer el comportamiento y, estudiar los fenómenos de origen climático, es necesario contar con información climática que se genera en las estaciones hidrológicas, para que la Institución encargada, brinde un servicio climático oportuno y de calidad, que conlleve, a una mejor planificación del desarrollo, gestión los riesgos climáticos y, apoyar a las autoridades la toma de decisiones.

La Agenda Investigación Ambiental (AIA) al 2030 (MINAM, 20230) tiene la finalidad de racionalizar los recursos científicos y tecnológicos en atención de los problemas de mayor pertinencia con respecto a las necesidades ambientales identificadas en la Política Nacional Ambiental (PNA) al 2030 y con los objetivos de articular la investigación científica y las políticas públicas, mediante la incidencia en el desarrollo de la oferta de conocimiento científico ambiental como generadora de evidencias que sustenten las políticas públicas y la toma de decisiones e identificar estrategias y proponer líneas temáticas prioritarias para que las investigaciones puedan cubrir las necesidades de generación de conocimiento ambiental en el marco de la PNA al 2030.

#### ✓ **Económica**

Para reducir la vulnerabilidad y adaptarnos a los cambios del clima, debemos ser conscientes de la magnitud, los tiempos y los potenciales impactos de los riesgos

climáticos, asimismo en el acceso a predicciones y datos climáticos, en el presente siglo se ha incrementado de manera paralela con los esfuerzos para adecuar la información a las necesidades de los sectores socio económicos.

Ese incremento ha creado una cadena de valor asociada a la información climática que evoluciona en forma constante para ajustarse a las demandas y llegar a nuevos usuarios, pero la generación de información climática requiere de diversas acciones como equipamiento, operación y mantenimiento de los equipos que colectan la data.

En ese aspecto, los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN), los gobiernos nacionales centrales, regionales y locales deben comprender plenamente el valor de los beneficios socioeconómicos que aportan los servicios hidrometeorológicos, así como la realidad presupuestal y financiera que tiene el mantenimiento de operaciones y prestaciones de servicios climáticos.

Es evidente que, si no se utilizan productos meteorológicos/hidrológicos, estos no tienen ningún valor. La cadena de valor, indica que el valor solo se plasma cuando se recopila, se procesa y se suministra información, y cuando las decisiones o las medidas se adoptan en función de esa información. De ello se desprende que cuanto más se utilicen los productos meteorológicos/hidrológicos, más valiosos serán.

Banco Mundial, 2015, "Valor del tiempo: evaluación económica de los servicios meteorológicos e hidrológicos"...considera que la mejora de las observaciones y predicciones meteorológicas, climáticas e hidrológicas a escala mundial podría generar aumentos de hasta 30 000 millones de dólares por año en la productividad global, así como reducciones de hasta 2 000 millones de dólares por año en las pérdidas de activos. Esta escala de mayor productividad podría ser fundamental para sacar de la pobreza a millones de personas en el mundo, cuyos medios de subsistencia corren el riesgo de sufrir perturbaciones climáticas. La consideración de estos beneficios y su contribución al desarrollo sostenible, la reducción de la pobreza y una prosperidad compartida motivan a la comunidad para el desarrollo a invertir de forma más integral en la modernización de los servicios hidrometeorológicos y garantizan que los proveedores de los servicios estén mejor conectados con los usuarios de los servicios.

En el norte del Perú, hasta enero 2023, las lluvias eran deficitarias asimismo en la sierra el comportamiento era similar, lo que perjudicó la campaña agrícola; sin embargo, a finales de febrero el ciclón Yaku trajo lluvias excesivas que han destruido infraestructura vial, cultivos y, viviendas en la costa norte, en mayo del este mismo año, las heladas y nevadas fuera de lo común han sorprendido a los departamentos de Cusco y Apurímac que está matando animales y cultivos. Según el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), el Ciclón Yaku generó pérdidas de S/ 1 300 millones en daño a infraestructura, equivalente al 0,1 % del PBI, ([https://rpp.pe/economia/economia/mef-sobre-ciclón-yaku-el-impacto-en-la-actividad-economica-no-se-ha-sentido-noticia-1474842#:~:text=El%20Cicl%C3%B3n%20Yaku%20gener%C3%B3%20p%C3%A9rdidas,Econom%C3%ADa%20y%20Finanzas%20\(MEF\).](https://rpp.pe/economia/economia/mef-sobre-ciclón-yaku-el-impacto-en-la-actividad-economica-no-se-ha-sentido-noticia-1474842#:~:text=El%20Cicl%C3%B3n%20Yaku%20gener%C3%B3%20p%C3%A9rdidas,Econom%C3%ADa%20y%20Finanzas%20(MEF).)

En fenómeno causo daños en 659 kilómetros de carreteras, 351 kilómetros de canales de riego, 216 puentes, 82 redes de agua, 642 aulas escolares, 94 establecimientos de salud, 1,666 viviendas destruidas y 2,510 viviendas inhabitables y, así como miles de familias damnificadas, 61 muertos, 57 heridos, 12 200 damnificados y 49 111 afectados.

SENAMHI, 2015, Beneficios socioeconómicos de los servicios climáticos: estudio de caso maíz y café en Cusco – Perú, concluye que los beneficios socioeconómicos de los servicios climáticos en los cultivos de café y maíz oscilan entre 11 y 17 millones de dólares para la región Cusco y entre 92 y 150 millones de dólares para todo del Perú, para un período de 10 años.

MEF, 2023, en el Panorama local, el 2023, se revisa a la baja la proyección de crecimiento del PBI de 3,5 % a 2,5 %, afectada por los choques temporales en los primeros meses del año como la conflictividad social y la llegada de los fenómenos climatológicos (Ciclón Yaku y fenómeno El Niño); además, de un contexto externo menos favorable por menores perspectivas de crecimiento de nuestros principales socios comerciales. No obstante, la actividad económica peruana seguirá recuperándose de forma progresiva en lo que resta del año, favorecida por una mayor oferta exportable, principalmente minera por el año completo en la producción de Quellaveco, y una demanda interna resiliente, que estará apoyada por la implementación de medidas del plan Con Punche Perú y medidas para la atención de la emergencia climática

En ese aspecto, si queremos mitigar y/o reducir los efectos negativos de los fenómenos de origen climático, se debe realizar el monitoreo, conocer su comportamiento y variabilidad, estas acciones se realizan con información proveniente de la red observacional que ubica en la superficie terrestre como aquella proveniente de los satélites.

La implementación y mejoramiento de estaciones hidrométricas en el ámbito de la selva central, permitirá mejorar la cantidad, calidad y, oportunidad de la información generada, lo cual redundará, para conocer la oferta hídrica de las cuencas, para su aprovechamiento sostenible de los ecosistemas y de los bienes asociados a ellos, aspecto que es difícil de cuantificar monetariamente, siendo el ahorro en los costos por generación de mayor cantidad de información y beneficios relacionados al aumento de la calidad y oportunidad de la información generada.

#### ✓ **Social**

Es evidente la potencialidad destructiva de los fenómenos naturales y, su impacto que ocasiona en la población e infraestructura, por ello, a la sociedad se debe analizar bajo una perspectiva dual como causa y como víctima de muchos desastres. La actividad desordenada e irracional de las poblaciones, tiene acelerar y magnificar el desarrollo y efectos de los fenómenos naturales. Se ha visto como actividades como: la deforestación, sobrepastoreo, minería y otras actividades desarrolladas incorrectamente como el crecimiento desordenado de las ciudades, así como la falta

de políticas de desarrollo congruentes con la realidad local, así como de la clase política sin capacidad de atender las necesidades de la sociedad.

La degradación ambiental, claramente un factor multiplicador de los efectos destructivos de los fenómenos naturales: erosión, deslizamientos, inundaciones, etc., a la vez que hace recaer sobre el mismo tipo de población las más pesadas consecuencias, por ello, resulta necesario desarrollar planes de prevención y mitigación, que minimicen los efectos negativos de los desastres naturales.

Las Instituciones científicas, son las encargadas de proveer esa información para la adopción de acciones de mitigación ante cualquier evento climático adverso, para ello es necesario un sistema de observación del clima con equipamiento e infraestructura adecuada, así como en condiciones óptimas de operatividad, para la obtención de data confiable y oportuna.

Los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN), los gobiernos: central, regionales y locales, entre otros actores involucrados, deben conocer el valor de los beneficios socioeconómicos que aportan los servicios climáticos a la población, así como los costos que implica el mantenimiento de operaciones y prestaciones de dichos servicios, con el fin de considerarlos en el marco de las políticas públicas orientadas a la mejora del bienestar de la población y desarrollo del país.

SENAMHI, 2015, Beneficios socioeconómicos de los servicios climáticos: estudio de caso maíz y café en Cusco – Perú, ... el valor potencial de los servicios climáticos se basa en que pueden mejorar e incrementar la capacidad de respuesta del agricultor frente a los eventos de origen climático....en ese contexto los servicios meteorológicos e hidrológicos nacionales desempeñan un papel esencial para garantizar la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza, aumentando su capacidad de adaptación al cambio climático.

Contar con una red observacional óptima, permitirá que las Instituciones científicas, provean información oportuna para la toma de decisiones, contribuyendo a la mitigación de los efectos adversos de los fenómenos climáticos, asimismo al desarrollo de programas de investigación que contribuyan a construir y desarrollar una base suficientemente amplia de datos científicos y técnicos que permitan conocer la distribución espacial y temporal de cada uno de los fenómenos.

Con el fin de formular políticas públicas fundamentadas en información estratégica, resulta importante examinar el comportamiento histórico de ciertas variables, el contexto actual y sus proyecciones, lo que permitirá anticipar los cambios que tendrán lugar en el futuro y su posible impacto en la sociedad. El análisis de datos históricos es para esto indispensable, donde se identifique frecuencia, magnitud e influencia espacial de cada caso en particular, se pueden concebir los planes para ordenar la intervención en el caso propiamente dicho del desastre: dispositivos de vigilancia, sistemas de alerta, contingencia, rutas de evacuación y abastecimiento, etc., información necesaria para construir ciudades resilientes.

## II. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 2.1 Ámbito de estudio

El presente trabajo se desarrolla en el ámbito de las Direcciones Zonales 09, 10 y 11, las que se ubican en la selva central del país y, políticamente abarca los departamentos de San Martín, Huánuco, Ucayali, Pasco y Junín.

La selva central, es una región sub tropical ubicada en el centro del Perú, que ocupa el 10 % del territorio peruano y, abarca los departamentos de Junín, Pasco, Huánuco y Ucayali y, la parte más austral de Loreto conocido como Bota Azul y, la zona boreal de las regiones de Huancavelica y Cuzco.

El SENAMHI, cuenta con trece (13) Direcciones Zonales, de acuerdo al Reglamento de Organización y funciones (ROF) son unidades desconcentradas, responsables de planear, organizar, ejecutar y administrar las actividades meteorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas y afines; así como económico-financiera, dentro de su jurisdicción geográfica y, en el ámbito de su competencia.

- Dirección zonal 09 (DZ09): su ámbito de influencia es el departamento de San Martín, no incluye la provincia de Tocache, con una superficie total de 50 9253 km<sup>2</sup>, que representa el 3,9 % del total país, y está situado en la parte septentrional - oriental del territorio peruano, limita al Norte con la DZ02, por el Sur con la DZ10, por el Este con la DZ8 y, por el Oeste DZ03. En la **Tabla 2**, se muestra las provincias y cuencas que se encuentran el ámbito de la Dirección Zonal 09.

**Tabla 2: San Martín Provincias y cuencas - DZ09**

N°	Provincia	Departamento	Cuenca
1	Moyobamba	San Martín	Mayo
2	Huallaga	San Martín	Huayabamba y Saposoa
3	Lamas	San Martín	Sisa y Mayo
4	Mariscal Cáceres	San Martín	Huayabamba y Alto Huallaga
5	Rioja	San Martín	Mayo
6	San Martín	San Martín	Mayo y Bajo Huallaga
7	Picota	San Martín	Alto Huallaga
8	Bellavista	San Martín	Biavo
9	El Dorado	San Martín	Sisa

- Dirección Zonal 10 (DZ10): abarca los departamentos de Huánuco, Ucayali y parte sur de Loreto, pero administrativamente gestiona la provincia de Tocache del departamento de San Martín. En ambos departamentos, se tiene una red hidrográfica importante que todos ellos contribuyen a la cuenca amazónica y al gran colector el río Amazonas; limita al norte con la DZ09, por el Sur con la DZ11, por el Este con la DZ4 y, por el Oeste con Brasil. En la **Tabla 3** se muestra las provincias y cuencas que se encuentran en su ámbito.

**Tabla 3: Provincias por departamento y cuencas – DZ10**

N°	Provincia	Departamento	Cuenca
1	Huánuco	Huánuco	Alto Huallaga
2	Leoncio Prado	Huánuco	Alto Huallaga
3	Ambo	Huánuco	Alto Huallaga
4	Huamalíes	Huánuco	Alto Marañón y Alto Huallaga
5	Pachitea	Huánuco	Alto Huallaga y Pachitea
6	Puerto Inca	Huánuco	Pachitea
7	Dos de Mayo	Huánuco	Alto Marañón
8	Marañón	Huánuco	Alto Marañón y Alto Huallaga
9	Yarowilca	Huánuco	Alto Marañón
10	Lauricocha	Huánuco	Alto Marañón
11	Huacaybamba	Huánuco	Alto Marañón y Alto Huallaga
12	Tocache *	San Martín	Alto Huallaga
13	Padre Abad	Ucayali	Aguaytía
14	Coronel Portillo	Ucayali	Ucayali
15	Purús	Ucayali	Ucayali
16	Atalaya	Ucayali	Ucayali

\*: La provincia de Tocache pertenece al departamento de San Martín, Administrada por la DZ10

Tres grandes cursos de agua de oeste a este recorren el departamento de Huánuco: Marañón, Huallaga y Pachitea y, el departamento de Ucayali tiene en el río del mismo nombre al colector que al juntarse con el río Marañón forman el río Amazonas.

**Tabla 4: Provincias por departamento y cuencas - DZ11**

N°	Provincia	Departamento	Cuenca
1	Oxapampa	Pasco	Pachitea
2	Daniel Alcides Carrión	Pasco	Alto Huallaga
3	Pasco	Pasco	Mantaro y Perené
4	Junín	Junín	Mantaro y Perené
5	Chanchamayo	Junín	Perené
6	Tarma	Junín	Mantaro y Perené
7	Jauja	Junín	Mantaro y Perené
8	Concepción	Junín	Mantaro y Perené
9	Chupaca	Junín	Mantaro
10	Huancayo	Junín	Mantaro
11	Satipo	Junín	Perené, Anapati, Cutivireni, 49955 y 49959
12	Tayacaja	Huancavelica	Mantaro
13	Huancavelica	Huancavelica	Mantaro
14	Churcampa	Huancavelica	Mantaro
15	Angares	Huancavelica	Mantaro
16	Acobamba	Huancavelica	Mantaro
17	Huanta	Ayacucho	Mantaro y Bajo Apurímac
18	Huamanga	Ayacucho	Mantaro
19	Cangallo	Ayacucho	Pampas
20	Fajardo	Ayacucho	Pampas
21	Huancasancos	Ayacucho	Pampas
22	Vilcashuamán	Ayacucho	Pampas
23	La Mar	Ayacucho	Pampas y Alto Ucayali

- Dirección Zonal 11 (DZ11): su ámbito comprende los departamentos de Junín, Pasco y parte de los departamentos de Huancavelica y Ayacucho; dos grandes cuencas cubren mayormente su territorio; la cuenca del río Mantaro, que abarca parcialmente las regiones de Junín, Pasco, Huancavelica y Ayacucho y, la cuenca del río Perené, cubre parcialmente las regiones de Junín y Pasco, donde se concentra los mayores centros poblados; limita al norte con la DZ10, por el Sur con la DZ5 y DZ12, por el Este con la DZ4 y, por el Oeste DZ10. En la Tabla 4, se muestra las provincias y cuencas que se encuentran en su ámbito.
- Departamento de San Martín, tiene una superficie de 51 253,3 km<sup>2</sup>, se localiza en el sector centro septentrional del territorio peruano y, colindante con la cordillera andina por el flanco oriental, se emplaza mayormente sobre territorio de selva alta y bosque tropical amazónico.

Sus límites están definidos por el norte con Loreto, al sur con Huánuco, al oeste con La Libertad y, noreste con Amazonas. El departamento está dividido en 10 provincias y 77 distritos.

- Departamento de Huánuco, se ubica en la región centro oriental del Perú, posee una superficie de 36 848,8 km<sup>2</sup>, colinda al norte con San Martín, al noreste con Loreto, al este con Ucayali, sur con Pasco, al sureste con Lima, al oeste con Ancash y, al noroeste con La libertad.

Su territorio está constituido por el 61 % selva y 39 % de sierra y, el departamento está dividido en 11 provincias y 84 distritos.

- Departamento de Ucayali, se localiza en la parte centro-oriental del territorio peruano, con una superficie de 102 410,5 km<sup>2</sup>, es el segundo departamento con mayor extensión, limita al norte con Loreto, al sur con Junín, Cuzco y Madre de Dios, por el oeste Huánuco y Pasco y, por el este con la República de Brasil (Estado de Acre).
- Pasco es un departamento de la República del Perú ubicado en el centro del país, con capital en Cerro de Pasco. Comprende una región andina en su parte oeste y una amazónica en la oriental. Limitando al norte con Huánuco, al este con Ucayali, al sur con Junín y al oeste con Lima. Su extensión es de 25 320 km<sup>2</sup>. Fue creado el 27 de noviembre de 1944, escindido de Junín, políticamente se encuentra dividido en 3 provincias y 29 distritos; Pasco la capital cuenta con 13 distritos, Daniel Alcides Carrión 8 distritos y, Oxapampa con 8 distritos.

La porción occidental corresponde al Nudo de Pasco, zona de mesetas elevadas y puna, asiento de mineras, mientras que la porción oriental corresponde a la Selva Alta o yunga amazónica habitada por colonos e indígenas de la familia arahuaca.

- Departamento de Junín, creado a inicios de la república, el 12 de febrero de 1821, como el departamento de Tarma, sucesor de la circunscripción colonial de la

intendencia de Tarma, se encuentra ubicado en la zona central de los andes peruanos, con una superficie de 44 329 km<sup>2</sup>, que representa el 3,4 por ciento del territorio nacional. Abarca dos regiones naturales, la sierra con 20 821 km<sup>2</sup> (47 por ciento) donde se ubican los valles del Mantaro y del Canipaco, la cordillera del Huaytapallana, la meseta del Bombón, las lagunas de Paca y Marcapomacocha y el lago Junín o Chinchaycocha; y la zona ceja de selva y selva, con 23 508 km<sup>2</sup> (53 por ciento) en las que se ubican los valles de Chanchamayo, Ene, Perené y Tambo. La altitud oscila entre los 360 m.s.n.m. y 5 000 m.s.n.m., siendo el distrito de Río Tambo, en la provincia de Satipo, el de menor altitud (362 m.s.n.m.) y el distrito de Morococha, en la provincia de Yauli, el de mayor altitud (4 525 m.s.n.m.).

Junín se encuentra dividido en 9 provincias y 124 distritos; limita con otros seis departamentos: Pasco por el norte, Lima al oeste, Ayacucho y Huancavelica al sur, Cusco al sureste y Ucayali al noroeste.

## 2.2 Climatología

### 2.2.1 Departamento de San Martín:

Presenta 7 tipos de clima; los tipos B(r) A' y B(r)B', son los climas predominantes y se distribuyen ampliamente en todo el departamento; son lluviosos con humedad abundante en todas las estaciones del año, con regímenes térmicos entre cálido en el sector central oriental y templado en el sector occidental. Localidades como Tarapoto, Moyobamba y Navarro, así como parte del ámbito de influencia del río Mayo al norte del departamento y gran parte del área de influencia del río Huallaga, se encuentran bajo la influencia de estos climas. Las fluctuaciones térmicas van de 20 °C a 32 °C durante el año; llueve todo el año con acumulados anuales de 1 502 mm y dos picos máximos uno en verano, 182 mm en marzo, y el otro en primavera, 152 mm en noviembre, con un mínimo acumulado de 62 mm en agosto. Un sector de la parte oriental norte del departamento, principalmente entre las provincias de Picota y Bellavista, parte de la localidad El Porvenir y proximidades de Juanjuí, presenta un clima tipo C(r)A', semiseco y cálido, con humedad abundante en todas las estaciones del año.

Las temperaturas máximas del aire durante el año oscilan alrededor de los 33 °C, mientras que las temperaturas mínimas fluctúan alrededor de los 21 °C en primavera y 19 °C en invierno. Anualmente llueve en promedio 1 049 mm, concentrándose entre el verano y otoño, con un pico de 129 mm en abril y otro de 100 mm en octubre. Los tipos de clima A(r)A' y A(r)B', muy lluvioso con abundante humedad todo el año, cálido y templado, cubren ámbitos reducidos entre las provincias de Tocache y Bellavista; con acumulados de lluvias anuales de hasta 2 460 mm en Tocache y 2 680 mm en Bellavista. Las temperaturas fluctúan entre los 20 °C y 30 °C en Tocache y entre 22 °C y 33 °C en Bellavista. Los tipos de clima que ocupan menor área, son A(r)C', muy lluvioso y frío, con humedad abundante en todo el año, y el B(o,i)B', lluvioso y templado, con otoño e invierno secos. Estos climas se encuentran en el lado occidental del departamento, límite con los departamentos de La Libertad y Huánuco. (Fuente: SENAMHI – Climas del Perú. 2021).

### 2.2.2 Departamento de Huánuco:

Presenta 14 tipos de clima. Los climas predominantes son los cálidos y templados, de muy lluviosos a lluviosos, presentando humedad durante todo el año, B(r)A', B(r)B', A(r)B' y A(r)A' y están presentes en el oriente del departamento, en las provincias de Puerto Inca, Leoncio Prado, Marañón y sector oriental de las provincias de Huacaybamba, Huamalíes y Huánuco. Hacia el occidente y a niveles de mayor altura el clima es lluvioso, templado o frío y con deficiencia de humedad en otoño e invierno, B(o,i)B' y B(o,i)C', presente en las provincias de Lauricocha, Yarowilca, Dos de Mayo, Huamalíes, y zonas altas de Pachitea, Huánuco, Huacaybamba y Marañón.

En las cercanías a la cordillera occidental de los Andes, partes altas en las provincias de Huamalíes y Lauricocha que limitan con Áncash y Lima, respectivamente, los climas son fríos a frígidos, muy lluviosos y con presencia de humedad durante todo el año A(r)C', A(r)D' y B(r)D'; el clima es glaciar en niveles que superan los 5 000 m.s.n.m. En los valles de la provincia de Pachitea, Puerto Inca, Huánuco y Ambo, se presentan climas semisecos de templados a cálidos, con humedad durante todo el año, C(r)B' y C(r)A'. En pequeñas áreas de las provincias de Marañón, Huacaybamba y Huamalíes, en la margen derecha del río Marañón se encuentran los climas semisecos y templados, con deficiencia de humedad en invierno, C(i)B', y con deficiencia de humedad en otoño e invierno, C(o,i)B'. (Fuente: SENAMHI – Climas del Perú. 2021).

### 2.2.3 Departamento de Ucayali:

Presenta 4 tipos de clima. El clima de mayor extensión es el lluvioso y cálido, con humedad en todo el año, B(r)A'; cubre la mayor parte de las cuatro provincias del departamento, Padre Abad, Coronel Portillo, Atalaya y Purús. Conforme aumenta la altitud, se encuentran climas muy lluviosos que pueden variar entre el cálido y templado, A(r)A', A(r)B', B(r)B', ubicados principalmente en las provincias de Padre Abad, Atalaya y Purús. En Aguaytía el clima es muy lluvioso y cálido, con temperatura máxima entre 30 °C, en verano y otoño y 32 °C, en primavera; y la temperatura mínima, entre 20 °C, en los meses de invierno, y 21 °C, en primavera y verano. La precipitación anual es de 4 283 mm, mayormente entre los meses de noviembre y marzo, con 450 a 560 mm por mes.

En la provincia de Coronel Portillo, el clima es lluvioso y cálido, con temperatura máxima entre 30 °C en mayo y junio, y 33 °C en setiembre y octubre; y la temperatura mínima, entre 19 °C en julio y agosto y 22 °C en los meses de verano. Anualmente llueve alrededor de 2 090 mm, concentrado entre diciembre y abril, con 210 a 260 mm por mes. (Fuente: SENAMHI – Climas del Perú. 2021)

### 2.2.4 Departamento de Pasco:

Se ubica en la vertiente Oriental Central de los Andes peruanos y se extiende hasta las estribaciones orientales de ceja de Selva, con altitudes que van desde los 300 m.s.n.m. en Puerto Bermúdez, provincia de Oxapampa, hasta los 4 333 m.s.n.m., en Chaupimarca, provincia de Pasco. Su configuración geográfica comprende de oeste a este, la región altoandina, las vertientes orientales y la Selva alta. Presenta 9 tipos de clima.

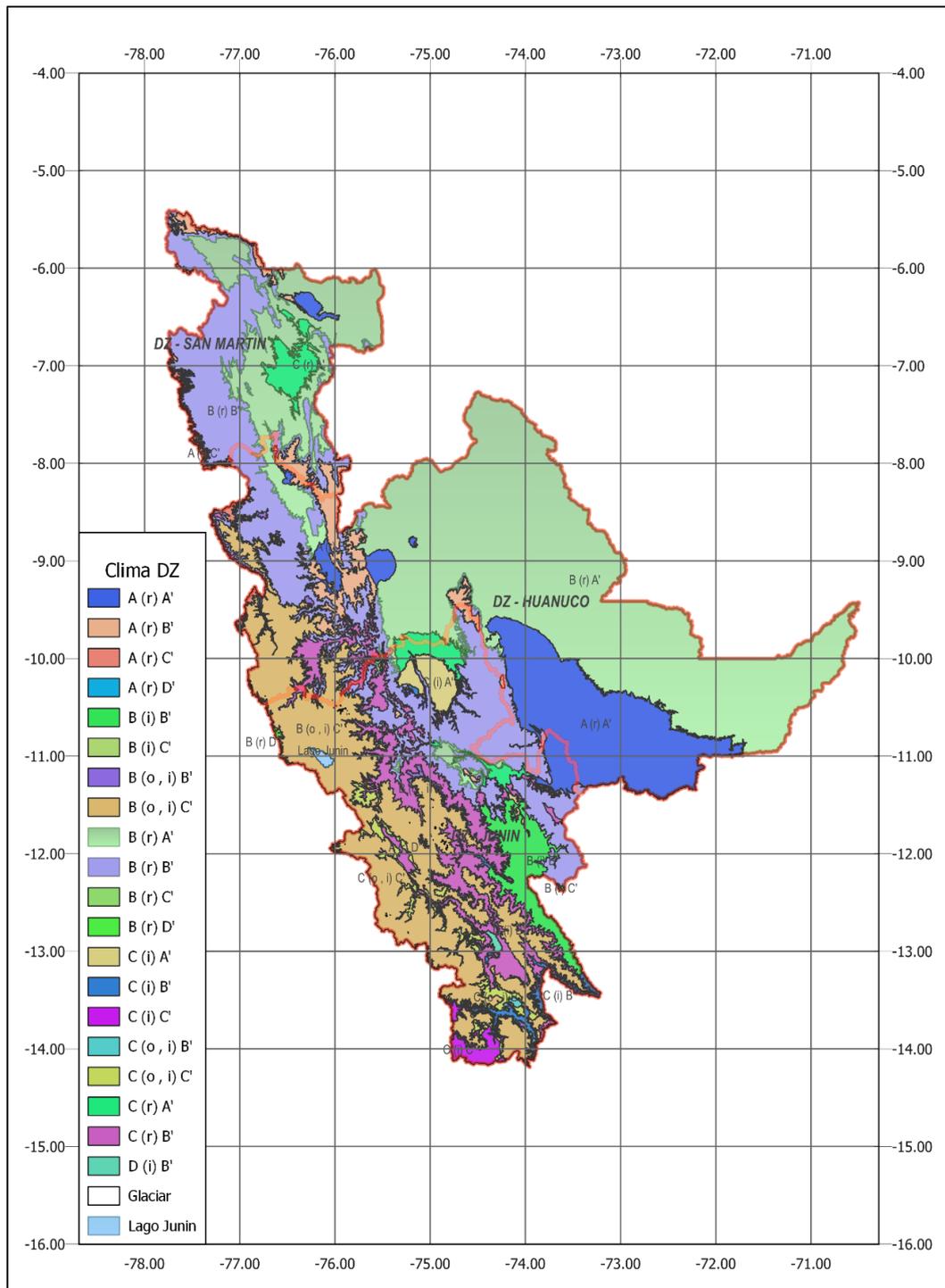
La región altoandina comprende zonas emplazadas en los extremos sur y norte de las Cordilleras Huáyhuash y La Viuda, en las provincias de Daniel Alcides Carrión y Cerro de Pasco, con un relieve muy accidentado integrado por cumbres, pampas, lagunas y el Nudo de Pasco. Predomina el tipo de clima lluvioso y frío, con otoño e invierno secos, B(o,i)C'. El Nudo de Pasco y su proximidad a la región Amazónica, favorece la convergencia del flujo del aire (brisa de valle) durante el día en localidades altas, dando lugar a la formación de cobertura nubosa y lluvias abundantes. En la Puna (sobre 3 800 m.s.n.m.), es frecuente la ocurrencia de nevadas en cualquier periodo de año. En las vertientes orientales y Selva alta de la provincia de Oxapampa, agreste región selvática donde se encuentra el Gran Pajonal y bosques húmedos y lluviosos, predominan los climas: B(r)B', lluvioso con humedad en todas las estaciones del año, y templado, que cubre parte de los distritos de Pozuzo, Huancabamba, Chotabamba, Oxapampa, Villa Rica, Palcazú, Puerto Bermúdez y Constitución. El clima semiseco y cálido, con invierno seco, C(i)A', abarca parte de los distritos de Palcazú, Puerto Bermúdez y Constitución, y el clima semiseco y cálido, con humedad abundante en todas las estaciones del año, C(r)A', está presente en gran parte del distrito de Constitución y parte del distrito de Palcazú. (Fuente: SENAMHI – Climas del Perú. 2021)

### 2.2.5 Departamento de Junín:

Presenta 17 tipos de climas. El clima más extenso de su vertiente occidental altoandina se ubica entre los 2 500 y 4 000 m.s.n.m. y es lluvioso y frío, con deficiencia de humedad en los meses de otoño e invierno, B(o,i)C'.

El valle del río Mantaro, entre 3 100 a 3 300 m.s.n.m., presenta un clima semiseco, con humedad todo el año, y es templado, C(r)B'; esta área se caracteriza por sus grandes extensiones de cultivos agrícolas. Las partes aledañas al valle del Mantaro, así como localidades en Tarma y Yauli, son semisecas y frías con poca humedad en otoño e invierno, C(o,i)C'. La zona más alta del departamento se ubica en la provincia de Yauli, sobre los 4 500 m.s.n.m. y presenta climas muy lluvioso y lluvioso, con abundante humedad todo el año, y es semifrío, A(r)D' y B(r)D'. Además, tiene clima glaciar.

En la transición de la vertiente occidental a la parte oriental, en las provincias de Satipo y Chanchamayo, el clima es lluvioso y templado con otoño e invierno secos, B(o,i)B'. La parte oriental de estas provincias presentan climas más lluviosos y cálidos, con abundante humedad todo el año, A(r)A', A(r)B', B(r)B', B(r)A'. La zona centro-sur de Satipo presenta climas lluvioso y semiseco, con invierno seco, siendo templado o cálido, B(i)B' y C(i)A'; mientras que la parte norte es semiseco y cálido con humedad todo el año, C(r)A'. Los climas que cubren menor extensión incluyen el semiárido y templado con invierno seco, D(i)B'; el semiseco y templado con invierno seco, C(i)B'; y el lluvioso y frío con humedad todo el año, B(r)C'; que se ubican en las provincias de Huancayo y Satipo. (Fuente: SENAMHI – Climas del Perú. 2021). En el mapa1, se muestra los tipos de clima que ocurren en el ámbito de estudio.



**Mapa 1: Mapa climático en el ámbito de estudio.**

Fuente SENAMHI 2021.

## 2.3 Hidrología

### 2.3.1 Red hidrológica San Martín:

La red hidrográfica del departamento de San Martín comprende un sector de la cuenca del río Huallaga Central, cuyos principales tributarios son: Tocache, Huayabamba, Chontayacu, Saposoa, Mayo, Sisa, Shanusi, Cainarachi, Biavo entre otros.

Las nacientes de las principales sub-cuencas de la margen izquierda del Huallaga Central se localizan en territorios de la Cordillera Oriental, algunos de ellos a más de 4 000 m.s.n.m; mientras que las sub-cuencas de la margen derecha nacen en la Cordillera Sub-Andina a unos 2 000 m.s.n.m. Sin embargo, los valles formados en las partes media y baja de los principales ríos de la zona de estudio, presentan altitudes que no sobrepasan los 1 000 m.s.n.m. Los ríos recorren planicies y terrenos colinosos formando valles aluviales intramontanos.

**El río Huallaga** ingresa por la parte sur del departamento de San Martín, siguiendo una orientación SE-NO hasta encontrarse con el río Huayabamba; en este sector su curso es, generalmente, meándrico presentando meandros pequeños y sectores alargados que siguen el contorno de las variadas formas del paisaje montañoso, se presentan pequeñas islas, escasez de lagunas y áreas de inundación con valles en forma de “v” y muy estrechos. Presenta una extensión de 5'042 468 ha. Después de su unión con el río Huayabamba, el Huallaga tiene un recorrido SO-NE hasta abandonar la Cordillera Sub-Andina. Entre la Cordillera Oriental y la Cordillera Sub-Andina se presentan valles más amplios donde el curso del Huallaga es de forma anastomosada con presencia de pequeñas lagunas y áreas de inundación más amplias. El curso del Huallaga se vuelve a “encajonar” en su recorrido por la Cordillera Sub-Andina. Finalmente, se amplía nuevamente durante su recorrido en el Llano amazónico, donde las áreas de inundación son mucho más amplias, con varias lagunas en forma semilunar y curso anastomosado en algunos sectores y meándrico en otros.

**El río Huayabamba**, tiene un ancho promedio de 100 m, su cauce está predominantemente conformado de material pedregoso; sin embargo, parte de sus riberas del sector bajo presenta material areno-arcilloso. La velocidad de corriente es muy rápida, de 1,520 a 2,275 m/s, presentando los mayores valores durante el periodo de vaciante. Su recorrido general es de NO-SE presentando una longitud de 165 Km; en su recorrido se presentan sectores tan anchos como de 1,38 Km. y sectores tan estrechos como de 20 m. La red de drenaje es amplia, diversificada y compleja; en algunos sectores el drenaje es de forma dendrítica, en otros es pinnado o rectangular. Su cuenca es de 1'211,726 ha y representa el 24,03 % de la extensión de la región.

**El río Saposoa**, tiene un ancho promedio de 70 m. Presenta velocidad de corriente rápida en creciente (0,74 m/s) y muy rápida en vaciante (1,756 m/s). Su cauce está conformado principalmente de material arenoso y pedregoso, principalmente en su curso inferior. Su recorrido general es de NO-SE, y su desembocadura en el río Huallaga ocurre a la altura del poblado de Tingo de Saposoa. La red de drenaje, generalmente, es de forma pinnada. Su cuenca tiene una extensión de 192,941 ha y representa el 3,83 % de la extensión de la Región.

**Río Sisa**, afluente principal del río Huallaga, con ancho promedio de 70 m. En creciente, la velocidad de corriente es de nivel medio (0,32 m/s) a la altura del poblado de Agua Blanca; sin embargo, río abajo la velocidad de corriente se torna lenta con tendencia a ser muy lenta (0,12 m/s). Contrariamente, en el periodo de vaciante, los valores de velocidad de corriente se invierten, es decir, en el sector medio la velocidad de corriente es lenta (0,232 m/s) y en el sector bajo, este parámetro es de nivel medio (0,388 m/s). Este hecho es

explicable por la presencia de pequeñas zonas con “rápidos” en este río. El río tiene un recorrido general de NO-SE y su desembocadura en el Huallaga se realiza a la altura del poblado de Puerto Rico. La red de drenaje es de forma, generalmente, pinnada. Su cuenca tiene una extensión de 208,762 ha y representa el 4,14 % de la extensión de la región.

**Río Mayo**, afluente principal del Huallaga, tiene 80 m de ancho medio en los sectores medio y bajo del río es accesible solo con embarcaciones pequeñas. Sin embargo, en el Alto Mayo el río es más profundo permitiendo la navegación de embarcaciones de mayor tonelaje. En periodo de creciente, la velocidad de corriente en el Alto Mayo es de nivel medio (0,41 m/s); por otro lado, cuando baja el nivel de las aguas, la velocidad se torna muy rápida (1,163 m/s), llegando alcanzar valores de 2,759 m/s en los “rápidos” presentes debajo de la desembocadura del río Gera y, posiblemente, niveles superiores a estos valores en los impresionantes “rápidos de Marona”. En el Bajo Mayo (Puente Colombia) la velocidad de corriente es muy rápida (1,136 m/s). El río Mayo tiene un recorrido general NO-SE y su desembocadura se produce en las inmediaciones del poblado de Shapaja. La red de drenajes es diversificada y compleja, presentándose sectores con drenajes de forma pinnada, rectangular y dendrítica. Su cuenca tiene una extensión de 914,333 ha y representa el 18,13 % de la extensión de la Región. Los ambientes lénticos del sector del Alto Mayo son formados por desvíos en el curso del río o son brazos del mismo.

**Río Biabo**, afluente por la margen derecha, nace en las vertientes de la Cordillera Sub-Andina, su recorrido es complejo con una tendencia general hacia el norte; igualmente la red de drenaje es bastante compleja sin un patrón definido y con ausencia de importantes lagunas. Desemboca por la margen derecha del río Huallaga a la altura de San Rafael. Tiene 387 Km de longitud con sectores tan anchos como 380 m y sectores tan estrechos como 30 m. Su cuenca tiene una extensión de 692,246 ha y representa el 13,73 % de la extensión de la Región.

### 2.3.2 Red hidrológica Huánuco:

Huánuco, tiene una red hidrográfica importante, todos ellos contribuyen a la cuenca amazónica y al gran colector el río Amazonas. Tres grandes cursos de agua de oeste a este recorren el departamento de Huánuco: Marañón, Huallaga y Pachitea y, su altitud oscila entre 160 m.s.n.m. y 3 850 m.s.n.m., siendo el distrito de Honoría, en la provincia de Puerto Inca, el de menor altitud (168 m.s.n.m.) y el distrito de Queropalca, en la provincia de Lauricocha, el de mayor altitud (3 831 m.s.n.m.).

**El río Marañón**, en su recorrido por el departamento de Huánuco, recibe el aporte de los ríos Ñupe, Vizcarra entre otros ingresando a la provincia de Huamalíes (Huánuco) y, desplazarse hacia el departamento de Ancash.,

**Alto Huallaga**, cruza el departamento de Huánuco, en su recorrido recibe el aporte de los ríos: Huertas, Blanco, Higuera, Chinchao, Chontayacu, Magdalena, Yanajanca, Huánuco Monzón, Tulumayo, Pendencia, Aucayacu, Pucayacu entre otros. El río Huallaga desemboca en el río Marañón.

**Río Pachitea**, al este del departamento, cruza la provincia de Puerto Inca, recibe importantes aportes de los ríos: por la margen izquierda Yanayacu, Sungaroyacu y Macuya; y las quebradas Santa Isabel, Sungarillo, Shebonya, Rompe y Pata; por la margen derecha el río Yuyapichis y las quebradas Pintoyacu, Pumayacu, Sira, Estala, Baños y Ayamiría

### 2.3.3 Red hidrológica Ucayali:

**El río Ucayali** es el principal río para el departamento de Ucayali, se forma de la confluencia de los ríos Utcubamba y Tambo. Se divide en alto Ucayali, desde su formación hasta la desembocadura del río Pachitea y en Bajo Ucayali desde dicha desembocadura hasta su confluencia con el Marañón. Es navegable todo el año, caudaloso y de curso meándrico con formación de islas que varían en forma y tamaño. Posee un lecho formado por arena y limo, mientras que aguas arriba el lecho se vuelve pedregoso, con playas de grava y piedras, sus aguas son de color sepia por la gran cantidad de sedimentos que lleva en suspensión.

Los afluentes más importantes son el río Cohenga, el río Tahuania, el río Sheshea, el río Tamaya (310 km), el río Tapiche (448 km), el río Pachitea (393 km) y el río Aguaytía (379 km). Sus principales puertos están en las ciudades de Puerto Atalaya, justo en su nacimiento (confluencia Tambo y Urubamaba), Pucallpa (capital del departamento de Ucayali y de la provincia de Coronel Portillo), Contamana y Requena, en la desembocadura del Tapiche.

**El río Aguaytía**, cuerpo de agua que discurre por el departamento de Ucayali, tiene su origen en el río Yuracyacu proveniente de la Cordillera Azul entre los departamentos de San Martín y Loreto.

### 2.3.4 Red hidrológica Pasco:

En el departamento de Pasco existen 44 ríos, 62 riachuelos y 118 lagunas que da gran importancia hidrográficamente a este departamento. El potencial hídrico de Pasco, se cuenta con el río San Juan, el que da origen al río Mantaro (Junín). Las otras cuencas son las del río Huallaga, Paucartambo y Huachón, permitiendo estas últimas, la generación de energía eléctrica en la Central Hidroeléctrica de Yuncán, ubicada en el distrito de Paucartambo.

En la provincia de Oxapampa se encuentra los ríos Palcazú y Pichis, pertenecientes al sistema hidrográfico del Atlántico; mientras que la provincia de Daniel Alcides Carrión, zona de Yanahuanca, alberga la cuenca del río Chaupihuaranga.

### 2.3.5 Red hidrológica Junín:

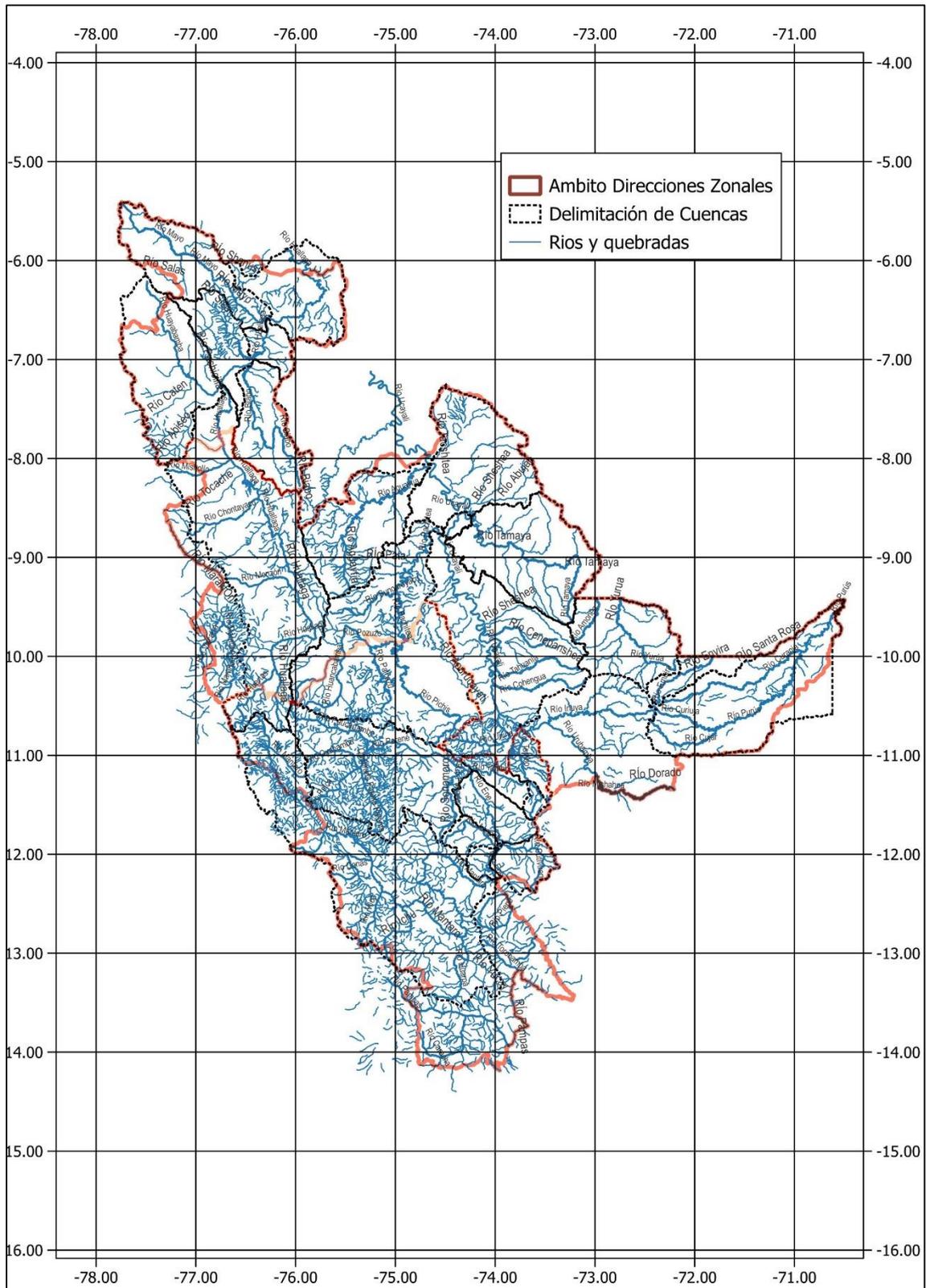
**El río Mantaro**, que tiene su origen en la unión del río San Juan, procedente de Pasco, con las aguas que sirven para drenar el lago Junín o Chinchaycocha. El río sigue su curso cruzando la ciudad de La Oroya para atravesar el valle del Mantaro y abastecer a las centrales hidroeléctricas de Santiago Antúnez de Mayolo y Restitución - Hidroeléctrica del Mantaro (Huancavelica), así como también a la Central Hidroeléctrica Cerro del Águila (Huancavelica), hasta confluir luego con el río Apurímac y formar el río Ene.

**Río Perené**, nace por la confluencia de los ríos Chanchamayo y Paucartambo, se une al río Ene para formar el río Tambo. Aguas abajo, el río Tambo se une con el río Urubamba para formar el río Ucayali, que al unirse al río Marañón da origen al río Amazonas.

El lago Junín o Chinchaycocha, ubicado en la meseta del Bombón, entre los departamentos de Junín y Pasco, constituye el segundo más grande del país. Le siguen otras como las de Paca (Jauja) y Marcapomacocha (Yauli), abasteciendo esta última a la ciudad de Lima en épocas de estiaje.

**Río Tulumayo**, se ubica en el departamento de Junín, abarcando las provincias de Chanchamayo, Jauja y Concepción. Limita por el norte con la cuenca del río Chanchamayo; por el sur con la del río Mantaro; por el este con la de los ríos Huatziroki, Anashirona y Pichanaqui (afluentes del río Perené por su margen derecha) y por el oeste con el río Tarma/Palca.

Toma el nombre de Tulumayo a partir de la confluencia de los ríos Uchubamba y Comas, donde se ubica la represa Chimay. La longitud del curso principal del río Tulumayo es de 109,8 km hasta su confluencia con el río Tarma/Palca y su pendiente varía de 4 a 5 % en el curso superior, y de 2 a 4 % en el curso inferior. Recorre una extensión total de 3377,96 km<sup>2</sup> hasta la confluencia con el río Tarma/Palca.

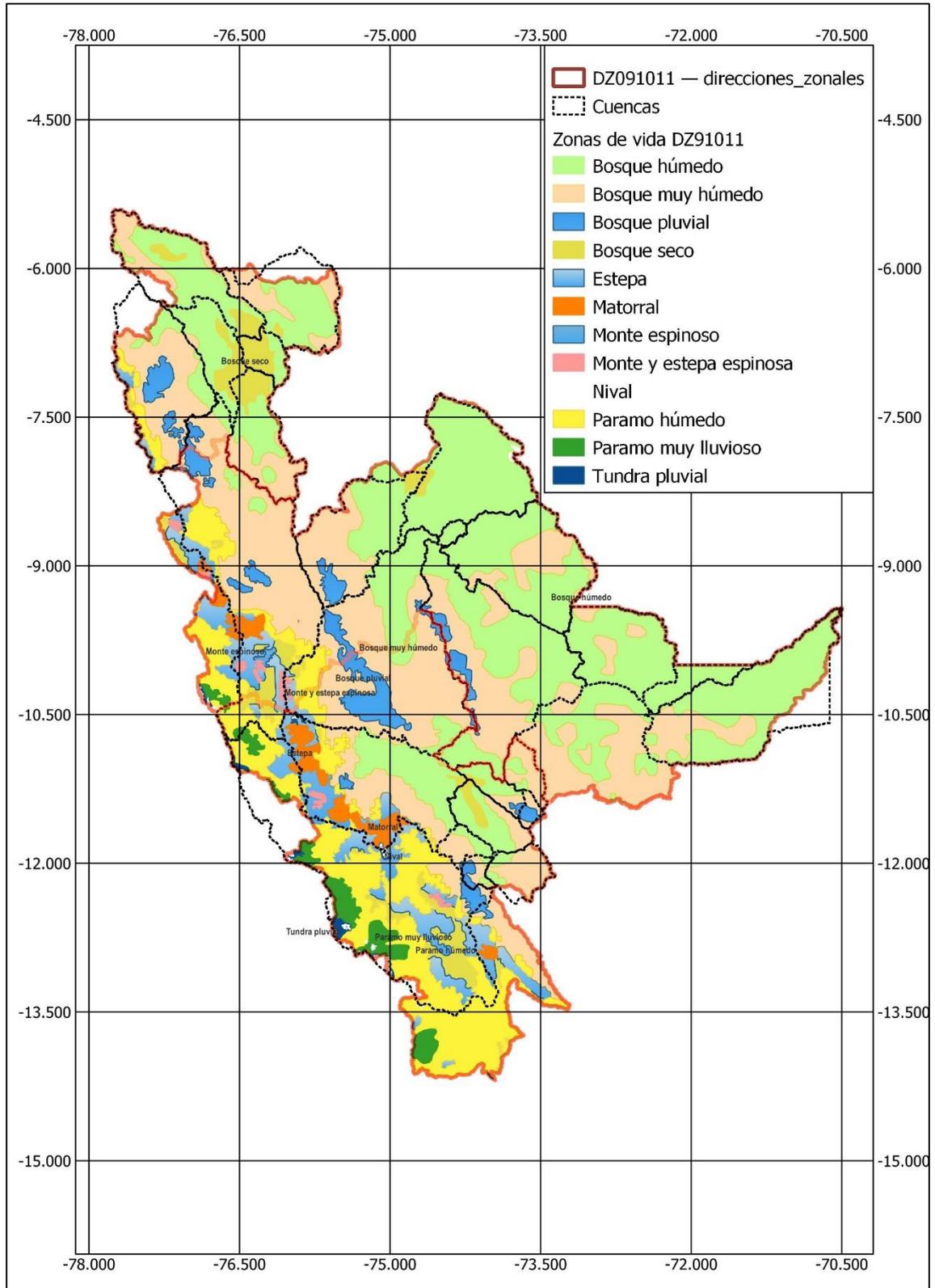


**Mapa 2: Mapa red hidrográfica en el ámbito de estudio.**

## 2.4 Zonas de vida

De acuerdo al Atlas Zonas de Vida del Perú (Nota Técnica N°003-Dirección de Hidrología, 2017), en el ámbito de estudio se encuentran 12 tipos de zona de vida.

- ✓ Bosque Húmedo, zona que representa el 3,6 % del área de estudio, se extiende a lo largo del parte oriental incluyendo los departamentos de San Martín, Ucayali y Pasco.
- ✓ Bosque muy húmedo; zona más extensa, abarca el 31 % del área de estudio, se extiende al lado oriental entre los departamentos de San Martín, Huánuco, Ucayali y Pasco.
- ✓ Bosque pluvial: zona que representa el 3,6 % del área de estudio, pequeñas áreas se ubican en los departamentos de San Martín, Huánuco, Pasco y Ayacucho.
- ✓ Bosque seco: Zona que cubre el 4,8 % del área de estudio, mayor mente se extiende hacia la cordillera de los departamentos de Huánuco y Junín.
- ✓ Estepa: abarca el 6 % del área de estudio, pequeñas zonas que se ubican especialmente en la cuenca del río Mantaro.
- ✓ Matorral: ocupa el 5,4 % del área de estudio entre la parte alta de las cuencas de los ríos Mantaro y nacientes del Huallaga.
- ✓ Monte espinoso: ocupa el 0,74 % del área de estudio, áreas de forma longitudinal que se localizan en la cuenca del río Mantaro.
- ✓ Monte estepa espinoso: se encuentra en el 3,6 % del área de estudio
- ✓ Nival: zona que representa el 0,075 % del área de estudio, se localiza en la cuenca del río Mantaro (Dirección Zonal 11), en mayor proporción en la subcuenca Shullcas y, en menor proporción hacia las nacientes del río Rímac.
- ✓ Paramo húmedo: zona que se encuentra en el 12 % del área de estudio, y se ubica en la parte occidental de la zona de estudio en la cuenca del río Mantaro.
- ✓ Paramo muy lluvioso: se encuentra en el 15,7 % del área de estudio, hacia las nacientes del río Rímac y nacientes del río Marañón.
- ✓ Tundra pluvial: zona de mayor presencia que la Nival, especialmente en zonas cercanas a esta y se extiende hacia la cordillera del Huaytapallana y Lauricocha.



**Mapa 3: Mapa zonas de vida en el ámbito de estudio**  
 Fuente SENAMHI 2017

### III. METODOLOGÍA

Los recursos hídricos siempre han tenido que responder a múltiples demandas tanto para el mantenimiento de ecosistemas naturales como para el consumo humano. Sin embargo, el agua es un recurso limitado y, por lo general mal distribuido espacial y temporalmente. En consecuencia, es necesario contar con un conjunto de estaciones hidrométricas de monitoreo de la cantidad del recurso hídrico, que facilite el análisis y estudio del régimen hídrico, así como la gestión del recurso para una toma de decisiones adecuada y oportuna, en el presente trabajo se pretende realizar una propuesta de red básica y/o mínima de acuerdo a las necesidades de la zona de estudio.

Guía de Prácticas Hidrológicas – OMM N°168... una red de datos hidrológicos es un conjunto de actividades de recopilación de datos diseñadas y utilizadas para cumplir un único objetivo o un conjunto de objetivos compatibles. Frecuentemente, los objetivos están relacionados con la aplicación a que se destinan los datos recopilados por la red (por ejemplo, una evaluación de recursos hídricos, un plan de desarrollo, o el diseño de un proyecto). Una estación o instrumento de medida hidrológico pueden formar parte de más de una red si sus datos se utilizan para más de una finalidad.

#### 3.1 Diagnóstico y/o caracterización de la red hidrométrica

Para el diagnóstico y/o caracterización de las estaciones hidrométricas, demandara la recopilación, acopio, revisión y procesamiento de la información de las estaciones que se ubican en la zona de estudio, que permitirá conocer cuales vienen operando adecuadamente y, satisfagan las necesidades primarias de información sobre recursos hídricos en al ámbito de estudio.

#### 3.2 Determinación de la red hidrométrica mínima

##### 3.2.1 Guía de Prácticas Hidrológicas – OMM N°168

El objetivo principal de una la red hidrométrica, es obtener información sobre la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales, de su distribución geográfica y de su variabilidad a lo largo del tiempo. A este respecto, revisten particular importancia la magnitud y la frecuencia de las crecidas y sequías.

La ubicación específica de éstas responderá a consideraciones topográficas y climáticas, asimismo hace mención que las estaciones hidrológicas deberían estar localizadas en los tramos más bajos de los ríos principales, inmediatamente antes de la desembocadura del río o en los cauces de fronteras y, para garantizar un muestreo adecuado deberían existir al menos tantas estaciones hidrológicas en las corrientes pequeñas como en las corrientes principales.

La red mínima permitirá evitar deficiencias graves en el desarrollo y gestión de los recursos hídricos, a una escala proporcionada al grado general de desarrollo económico y a las

necesidades medioambientales del país., por ello la OMM, recomienda ciertos valores de densidad mínima respecto de diversos tipos de estaciones hidrológicas, para zonas climáticas y geográficas diferentes. Tales recomendaciones están basadas en un estudio efectuado en 1991, basado en las respuestas de los Miembros con respecto al proyecto de evaluación de redes básicas de la OMM (OMM, 1992).

La OMM recomienda que un número de estaciones deben estar ubicadas:

- A lo largo de las ramificaciones principales de las grandes corrientes para permitir la interpolación de la descarga entre las estaciones.
- En función de consideraciones topográficas y climáticas.
- A una distancia tal que la variación del flujo entre dos puntos de monitoreo pertenecientes al mismo río sea mayor al límite de error de medición en la estación.
- En un afluente cuyo flujo sea de especial interés.
- En canales, embalses o en sitios donde se ha previsto la construcción de grandes obras hidráulicas cuando se requiera obtener la información para reconstruir los flujos naturales.
- En los tramos más bajos de los ríos principales del país.
- Donde fluyen ríos de las montañas y sobre los puntos de extracción de agua de riego.

La OMM, ha definido un número limitado de zonas más extensas con el fin de definir unas normas de densidad de manera un tanto arbitraria, en base a varias reglas generales. Se han definido seis tipos de regiones fisiográficas aplicables a una red mínima, la misma que está en relación a la superficie (Tabla 5).

**Tabla 5: Valores mínimos recomendados de densidad por estaciones**  
(Superficie km<sup>2</sup> por estación)

Unidad Fisiográfica	Precipitación		Caudal	Calidad del Agua
	No registradores	Registradores		
Costa	900	9 000	2 750	55 000
Montaña	250	2 500	1 000	20 000
Llanuras Interiores	575	5 750	1 875	37 500
Montañoso/Ondulado	575	5 750	1 875	47 500
Islas Pequeñas	25	250	300	6 000
Áreas Urbanas	-	10 – 20	-	-
Polos/tierras áridas	10 000	100 000	20 000	200 000

Fuente: Guía de Prácticas Hidrológicas – OMM N°168, Edición 2018 actualizada 2020

### 3.2.2 Número óptimo de estaciones criterio de Karaziev

SENAMHI – DHI “Optimización de la red hidrológica a nivel nacional” en 2018, donde se ha determinado el número óptimo de estaciones a nivel nacional en base a:

- Red hidrográfica, determinado el orden de los ríos, superior a nivel 3
- Consideraciones de intersección con las desembocaduras de las cuencas a nivel 12.
- Regionalización de la esorrentía por regiones hidrológicas
- A dichas regiones hidrológicas, se caracterizó de formas morfo hidrológicas como: (Precipitación máxima y mínima, evapotranspiración mínima y máxima, caudal mínimo, caudal máximo, altura máxima y mínima).
- Donde se estimó 2213 nodos (estaciones) a nivel nacional,

### 3.2.3 Optimización criterio de Karaziev

Los criterios de Karasiev, es una de las metodologías más utilizadas para el diseño de una red hidrológica óptima, siendo aplicada con éxito en países de la región como Colombia, Chile y Bolivia.

Karasiev se basa en la determinación de la densidad de nodos de observación (estaciones hidrométricas) considerable que garantice la variabilidad espacio-temporal. Para esto cuenta con 3 criterios importantes que disponen de un margen de error permitiendo un ajuste real de los resultados. Luego de la regionalización de escorrentía y la generación de la red básica de estaciones hidrométricas, se procede a evaluar las porciones de cuencas que pertenecen a una región de forma individual, donde existe una secuencia de nodos de observación la cual debe ser optimizada con los criterios de Karasiev

- Criterio de gradiente: tiene como función determinar la distancia y área mínima entre 2 nodos de observación.
- Criterio de Correlación; determina la distancia y/o área máxima entre dos nodos de observación.
- Criterio de longitud optima
- Numero óptimo de estaciones: como resultado de la regionalización y del criterio de optimización por Karaziev, se tiene la distancia óptima entre estaciones hidrológicas.
- Finalmente, para las cuencas de análisis se obtuvo un total de 152 estaciones las cuales se le aplica el análisis multicriterio.

### 3.3 Análisis Multicriterio (MCA)

Es un instrumento que permite evaluar diversas posibles soluciones a un problema determinado, en el cual se usan herramientas que tienen múltiples criterios para facilitar la toma de decisiones y llegar a una solución óptima, su aplicación permitirá mejorar el número de estaciones mínimas.

El análisis multicriterio (MCA), se aplica mediante la metodología propuesta por Lictevout, E. en el 2017, aplicada para la región de Atacama (Chile), que considera la opinión de expertos, usuarios, tomadores de decisión y finalmente, de los implementos necesarios; donde se aprovecha al máximo la accesibilidad, representatividad (datos espaciales), costos y el valor agregado de la data (tiempo de duración y calidad de la información a generar).

En la Tabla 6, se muestra la definición de criterios adoptados por Lictevout, 2017, para su aplicación en el análisis multicriterio (MCA), donde las variables sombreadas son las seleccionadas para su aplicación.

La información recogida de ubicación de centros poblados, vías y ubicación de comisarías a nivel nacional (INEI). Asimismo en la Tabla 7, se muestra las variables consideradas en el presente trabajo.

En la Tabla 8, se presenta la valoración utilizada en el análisis multicriterio (accesibilidad, seguridad y utilidad de la estación). Los pesos asignados a cada grupo están en relación a

la proporción planteada por Lictevout (2017) y, para lo cual se ha aplicado la siguiente ecuación:

$$MCA = 0.2456 * C1 + 0.2982 * C2 + 0.4561 * C3$$

Donde:

C1: Criterio de accesibilidad

C2: Criterio de seguridad

C3: Criterio de utilidad de la estación

**Tabla 6: Definiciones y criterios para aplicación del análisis multicriterio**

N° Criterio	Nombre del criterio	Definición
C1	Duración de acceso	Tiempo necesario para acceder a la estación
C2	Calidad de acceso (facilidad)	Carretera asfaltada proporciona un acceso fácil y rápido. La mayoría de rutas son pistas sin pavimentar, son accesibles en vehículos 4x4. Los casos de maleza incluyen pista sin pavimentar en mal estado y acceso a pie.
C3	Uso de tierra/cobertura de la tierra	Entorno cercano a la estación: área d espacio abierto o presencia de obstáculos como árboles, edificios, paredes, cables, etc. (para pluviómetros)
C4	Área de drenaje de la estación	Cuenca de flujo, después de la confluencia de un arroyo importante o en salida de la cuenca, según el número de strahler (estaciones flujo de agua).
C5	Representatividad de captación (Sitio)	Fisiografía del sitio, áreas abiertas altas (más de 3000 msnm para pluviómetros) tipo de arroyo en el sitio, es decir corriente mayo/permanente o corriente pequeña/temporal (para chimeneas)
C6	Nivel de correlación entre estaciones	Una baja correlación (<0.5) significa que los datos registrados pueden no ser representativos del área o que la distancia entre estaciones adyacentes es demasiado grande para la predicción de datos en ubicaciones no calibradas. Una alta correlación entre una estación y la siguiente estación más cercana redundancia de datos (>0.99).
C7	Costo de funcionamiento y mantenimiento	Costo adicional de operación de la estación (dependiendo del equipo, frecuencia de visita, organización de la misión de campo, etc.) y mantenimiento (limpieza, repuestos, etc.).
C8	Seguridad	Rango de vandalismo y robo de equipos
C9	Tiempo de estación en operación	Longitud de registro de datos
C10	Calidad de datos	Continuidad de los registros de datos, cantidad de lagunas de datos (que obstaculiza fuertemente su uso posterior).
C11	Utilidad de la estación	Valor de los datos generados por la estación para los usuarios, sobre la base de encuestas de usuarios.

Fuente: Lista de definiciones de criterios, adoptado de Lictevout (2017).

**Tabla 7: Variables y consideraciones aplicadas en el análisis multicriterio (MCA)**

Criterio	Variable	Escala			
		1	2	3	4
C1: Acceso	Horas	> 5 horas	<5 horas >3 horas	< 3 horas >1.5 horas	< 1.5 horas
	Acceso	Herradura 4 km/h	Carrozable o fluvial 40 km/h	Afirmado 60 km/h	Asfaltado 70 km/h
C2: Seguridad	Grado de Riesgo	> 15 km	<10 km >15 km	<10 km >5 km	< 5 km
C3: Utilidad	(%) aprobación de usuarios	< 25%	<50% y >25%	<75% y > 50%	> 75%

Fuente: Adaptado de SENAMHI, 2018 y, Avilés 2022

Donde:

C1: Criterio de accesibilidad

C2: Criterio de seguridad

C3: Criterio de utilidad de la estación

De acuerdo a los pesos generados se puede separar en 4 grupos que van desde una mala ubicación hasta una muy buena ubicación, considerándolos de la siguiente manera:

**Tabla 8: Rangos de valores MCA considerados para la valoración de la ubicación de estaciones**

Rango de valores MCA	Valoración
Menores a 0.25	Mala ubicación
Menores a 0.50 y mayores a 0.25	Regular ubicación
Menores a 0.75 y mayores a 0.50	Buena ubicación
Menores a 1.00 y mayores a 0.75	Muy buena ubicación

Fuente: Adaptado de SENAMHI, 2018 y, Avilés 2022

## IV. SITUACIÓN DE LA RED HIDROMÉTRICA ACTUAL

La cantidad de estaciones que conforman la red hidrológica en el área de estudio, cuyo ámbito corresponde a las Direcciones Zonales 09, 10 y 11, es de veinticuatro (24) entre convencionales y automáticas (operativas y paralizadas), valor que representa un ratio de una (01) estación cada 11 000 km<sup>2</sup> aproximadamente, valor por debajo del valor mínimo establecido por la OMM de una estación cada 1 875 km<sup>2</sup>.

Las Direcciones Zonales (DZ) 09, 10 y 11, operan 09, 11 y 04 estaciones hidrológicas, respectivamente en cada uno de sus ámbitos de influencia; en la DZ 09, se tiene un ratio de una (01) estación cada 5 700 km<sup>2</sup>; en la DZ10 es de una (01) cada 12 660 km<sup>2</sup> y; en la DZ11 se tiene una estación cada 17 412 km<sup>2</sup>, valores muy debajo del mínimo requerido por la OMM de una estación cada 1 875 km<sup>2</sup>.

Las estaciones que conforman red hidrológica, se muestra en la **Tabla 9** y su distribución espacial en el **Mapa 4**.

La descripción de este ítem, se ha realizado en base a información brindada por los Directores de las Direcciones Zonales involucradas, Informes de trabajo de campo, visita de campo de personal de Hidrología entre otros documentos y comunicaciones que han contribuido al desarrollo del estudio.

**Tabla 9: Estaciones hidrológicas por Dirección Zonal**

N°	Dirección Zonal	Nombre Estación	Tipo	Ubicación Política			Ubicación Geográfica			Río	Cuenca	Observación
				Departamento	Provincia	Distrito	Latitud	Longitud	Altitud			
1	9	Chazuta	HLM	San Martín	San Martín	Chazuta	-6.569	-76.114	183	Huallaga	Huallaga	Paralizada (29/07/2021)
2	9	Picota	HLM	San Martín	Picota	Picota	-6.919	-76.327	214	Huallaga	Huallaga	Funcionando
3	9	Shanao	HLM/EHA	San Martín	Lamas	Picota	-6.413	-76.601	279	Mayo	Mayo	Funcionando
4	9	Biavo	HLM	San Martín	Bellavista	Alto Biavo	-7.255	-76.478	263	Biavo	Huallaga	Funcionando
5	9	Huayabamba	HLM/EHA	San Martín	Mariscal Cáceres	Juanji	-7.269	-76.737	287	Huayabamba	Huallaga	Funcionando
6	9	Cumbaza	HLM	San Martín	San Martín	Morales	-7.473	-76.382	282	Mayo	Mayo	Funcionando
7	9	Shamboayacu	HLM	San Martín	Picota	Shamboayacu	-7.023	-76.130	306	Ponaza	Mayo	Funcionando
8	9	Campanilla	HLM/EHA	San Martín	Mariscal Cáceres	Campanilla	-7.473	-76.649	308	Huallaga	Huallaga	Estación automática no implementada/conventional sin reglas (paralizada 16.03.2020)
9	9	Laguna Sauce	HLM	San Martín	San Martín	Sauce	-6.693	-76.216	610	Laguna Sauce	Huallaga	Paralizada
10	10	San Rafael	HLM	Huanuco	Ambo	San Rafael	-10.340	-76.182	2717	Huallaga	Huallaga	Funcionando
11	10	Higueras	HLM	Huanuco	Huanuco	Huanuco	-9.918	-76.363	2152	Higueras	Huallaga	Funcionando
12	10	Taruca	HLM/EHA	Huanuco	Huánuco	Chinchao	-9.847	-76.151	1711	Huallaga	Huallaga	Funcionando
13	10	Chinchavito	HLM/EHA	Huanuco	Huánuco	Chinchao	-9.515	-76.943	744	Chinchao	Huallaga	Funcionando
14	10	Puente Perez	HLM/EHA	Huanuco	Leoncio Prado	Mariano Damaso B.	-9.347	-75.983	644	Huallaga	Huallaga	Funcionando
15	10	Puente Bella	HLM/EHA	Huanuco	Leoncio Prado	Rupa Rupa	-9.324	-76.030	663	Monzon	Huallaga	Funcionando
16	10	Tingo María	HLM/EHA	Huanuco	Leoncio Prado	Rupa Rupa	-9.296	-76.002	646	Huallaga	Huallaga	Funcionado/ 2 reglas inferiores provisionales
17	10	Tocache	HLM/EHA	San Martín	Tocache	Tocache	-8.433	-76.508	493	Huallaga	Huallaga	Funcionado/ socavación aguas arriba margen izquierda donde se ubica la estación
18	10	Aguaytia	HLM	Ucayali	Padre Abad	Padre Abad	-8.042	-75.506	319	Aguaytia	Ucayali	Funcionando/Escala limimétrica deteriorada
19	10	San Alejandro	HLM	Ucayali	Padre Abad	Irazola	-9.831	-75.779	207	San Alejandro	Ucayali	Funcionado/Reglas inferiores (2 metros) sin fijar
20	10	Puerto Inca	HLM	Ucayali	Puerto Inca	Puerto Inca	-9.381	-74.961	249	Pachitea	Ucayali	Funcionando
21	11	Tulumayo	HLM	Junin	Chanamayo	Vitoc	-11.209	-75.335	939	Tulumayo	Tulumayo	Funcionando
22	11	Puente Breña	HLM	Junin	Huancayo	Pilcomayo	-12.052	-75.240	3203	Mantaro	Mantaro	Funcionando
23	11	Perene	HLM	Junin	Chanamayo	Pichanaqui	-10.950	-74.830	565	Perene	Perene	Paralizada 2012
24	11	Shulcas	HLM	Junin	Huancayo	Huancayo	-11.987	-75.104	3894	Mantaro	Mantaro	Sin Observador, sensor de nivel levellogger, sin transmisión

Elaboración propia, información a mayo del 2023.



## 4.1 Evaluación del equipamiento e infraestructura existente

### 4.1.1 Situación de la red hidrológica Dirección Zonal 09

La red hidrológica en esta Dirección Zonal, se encuentra instalada en las cuencas de los ríos Huallaga (Alto, medio y medio bajo Huallaga), Mayo y Biavo, donde se registra el régimen hídrico de los ríos más importantes en el ámbito de la DZ09.

#### a) Equipos de aforo

Para las actividades de aforo, la Dirección Zonal cuenta con los equipos hidrológicos siguientes:

- Perfilador de Corriente Acústico Doppler (ADCP), marca River Ray, en estado regular.
- Correntómetro marca OTT- C31, en estado bueno.

#### b) Red hidrológica

La red hidrológica observacional está conformada por nueve (09) estaciones hidrológicas, seis de ellas operativas y, tres paralizadas, las que se muestran en la **Tabla 9** y su ubicación espacial en el **Mapa 4**.

#### b1. Cuenca del río Huallaga

##### ➤ Estación Hidrométrica Campanilla

Punto de control hidrométrico no operativo, a consecuencia de las crecidas del río Huallaga en el 2017, parte de infraestructura fue arrasada, lo cual ha llevado que se encuentre en situación de paralizada, ver **Foto 1**.



**Foto 1: Vista de la infraestructura de la estación hidrométrica Campanilla**

Estación ubicada en la margen izquierda del río Huallaga, en la localidad del mismo nombre, forma parte de la red de estaciones en marco del convenio SENAMHI – MINEM e implementada en 2013 con una estación automática, de acuerdo al SIEM, la parte convencional, tiene un registro histórico de nivel

de agua entre junio 1998 a marzo del 2020 y, de caudal entre 01 octubre 2016 al 29 febrero 2020, cuyos valores extremos son 132,65 m<sup>3</sup>/s y 5 603,9 m<sup>3</sup>/s, con una media de 1 647,55 m<sup>3</sup>/s.

➤ Estación Hidrométrica Picota

Punto de control hidrométrico tipo convencional, ubicado en la margen izquierda del río Huallaga (Unidad hidrográfica del Medio Huallaga), en la localidad de Picota, opera desde enero de 2003, actualmente se encuentra en situación funcionando.

La estación esta implementada con:

- Columna de concreto de 0.35 x 0.40 metros
- Una escala limnimétrica, compuesta por 4 reglas

La estructura de la estación se encuentra en buen estado de conservación, así como las reglas (ver **Foto 2**), aguas debajo de la estación y, en su margen izquierda se encuentra protegida y estabilizada mediante gaviones en una longitud de 150 metros, en su ubicación se tiene área y espacio suficiente para instalar una estación automática, asimismo la sección transversal reúne las condiciones para el funcionamiento de la estación.



Foto 2: Vista de la estación hidrológica HLM Picota- río Huallaga

- Estación Hidrométrica Chazuta  
Último punto de control hidrométrico del río Huallaga antes de su desembocadura al río Marañón, de tipo convencional, actualmente se encuentra no operativa, a consecuencia del colapso de la estructura de concreto en el período de avenidas 2020 – 2021 y, posteriormente fallecimiento del observador.

En el SIEM, se tiene una data histórica de nivel de agua del 25 de octubre de 2003 hasta 31 julio 2021, cuyos valores oscilan entre los 8,47 a 17,94 metros, es decir una variabilidad de 10 metros en promedio, ver **Foto 3**.



**Foto 3: Vista en el tiempo de la estación hidrométrica Chazuta (Cortesía A. Narro)**

- Estación Hidrométrica Laguna Sauce  
Laguna Sauce o Laguna Azul es un lago de agua dulce ubicado en la cuenca del medio Huallaga, en el centro poblado Sauce en la provincia y región San Martín, a 52 km de Tarapoto y, a 700 m sobre el nivel del mar. Debido a la importancia de la laguna para la zona, en 1972 se instaló la estación hidrométrica convencional, con el fin de monitorear la variabilidad del espejo de agua de la laguna mencionada,

La estación liminométrica se encontraba instalada en el muelle privado de la laguna del mismo nombre (**Foto 4**), pero en enero del 2023 la escala liminométrica fue desinstalada desconociéndose los motivos y autores de dicho hecho, perdiéndose la base metálica y regla.

No cuenta con observador propio, la Observadora de la CO Sauce Sra. Lourdes García García quien realizaba las observaciones en dicho punto de control hidrométrico, sin embargo, la citada servidora manifiesta no tener inconvenientes en continuar realizando las lecturas y, sugiere que se

reinstalé en una zona de poca afluencia de público, donde se construya una columna de concreto e instalar una regla, para reanudar las observaciones de nivel d agua y continuar con el registro histórico.

Sin embargo, es necesario que actores locales pueden emitir opinión al respecto, de la continuidad de seguir realizando el monitoreo de la variabilidad del espejo de agua de la laguna.



**Foto 4: A la izquierda, lugar donde estuvo la escala limnimétrica, a la derecha lugar donde se podría instalar una nueva escala.**

- Estación Hidrométrica Shamboyacu  
Punto de control hidrométrico convencional, ubicado en la margen derecha del río Ponaza afluente del Huallaga en la Unidad hidrográfica Medio Huallaga, actualmente se encuentra en situación paralizada desde 16 marzo 2020 debido al COVID 19, sin embargo la crecida del río en el 2021, arrasó la infraestructura de concreto, acciones previas lograron poner a buen recaudo el limnógrafo.

No cuenta con observador propio, es el observador de la estación CO Shamboyacu quien apoyaba en la toma y registro de lecturas de nivel de agua.

## b2. Cuenca del río Biavo

- Estación Hidrométrica Biavo  
Punto de control hidrométrico convencional, que se ubica en la margen derecha del río del mismo nombre afluente del río Huallaga en la unidad hidrográfica Medio Alto Huallaga, actualmente se encuentra funcionando donde el observador realiza las observaciones de nivel de agua. La serie

histórica de este punto de control hidrológico de acuerdo al SIEM, opera desde 1969, sin embargo en 1980 dejó de registrar data retomándose en 1993 hasta la fecha,

La estación, esta implementada con:

- Una escala limnimétrica compuesta por seis reglas sujetas al tubo limnigráfico,
- Un tubo limnigráfico y caseta limnigráfica sin limnígrafo
- Estructura de concreto a punto de colapsar

La sección donde se ubica la estación es estable, pero debido a las crecidas y escaso mantenimiento de la infraestructura, esta se ha debilitado y ha sido erosionada en la zona de influencia de la estación tal como se aprecia en la **Foto 5**.

Ante la situación que se observa, es necesario realizar el reforzamiento de la estructura de concreto, con el fin de prevenir el colapso, cambiar el tubo inferior del tubo limnigráfico y, mejoramiento de toda la escala limnimétrica e, incrementar una regla adicional en la parte superior ya que las actuales resultan insuficientes.



**Foto 5: Vista de la estación hidrométrica Biavo**

➤ Estación Hidrométrica Cumbaza

Punto de control hidrométrico convencional, ubicado en el margen derecha del río Cumbaza afluente del río Mayo, actualmente se encuentra funcionando y, su data histórica de acuerdo al SIEM, es de mayo 1968 a la fecha (operativa), donde se realiza observaciones de nivel de agua.

Cuenta con personal contratado bajo el D.L N°276, quien se encarga de realizar las funciones de mantenimiento y, lecturas de nivel de agua en horas establecidas por el SENAMHI.

La estación se encuentra instalada en una estructura de concreto armado sobre el enrocado natural y, en dicha columna se soporta el tubo limnigráfico y la escala limnimétrica.

En la crecida del 2022, el impacto de una paliza sobre el tubo limnigráfico, dejando averiado, tal como se aprecia en la **Foto 6**.

La estación está compuesta por:

- Una escala limnimétrica compuesta con 4 reglas sujeta al tubo limnigráfico.



**Foto 6: Vista de la estación HLM Cumbaza (Cortesía A. Narro).**

Cabe mencionar que esta descripción corresponde a la situación de la estación (julio 2023), sin embargo en setiembre del mismo año, se realizaron trabajos de acondicionamiento y rehabilitación.

### b3. Cuenca del río Mayo

#### ➤ Estación Hidrométrica Shanao

Punto de control hidrométrico convencional y automática, que se localiza en la margen izquierda del río Mayo afluente del río Huallaga, actualmente se encuentra en situación de funcionando y, la serie histórica es de octubre de 1965 a la fecha, cuenta con personal contratado bajo el D.L N° 276, quien se encarga de realizar las funciones de mantenimiento y, lecturas de nivel de agua en horas establecidas por el SENAMHI.

En el año 2016, se instaló la estación automática que reporta data desde agosto del mismo año, actualmente se encuentra funcionando de manera regular, carece de patio hidrológico y, el datalogger, y transmisor se encuentra dentro de la caseta limnigráfica.

La parte convencional está compuesta por una estructura de concreto con una columna donde se soporta el tubo y caseta limnigráfica y, en ella la base metálica de la escala limnimétrica. La estructura de concreto se encuentra en regular estado, requiriendo el pintado integral, la estructura limnigráfica (tubo y caseta) se encuentran deterioradas debido al paso del tiempo y escaso mantenimiento, siendo necesario el cambio del tubo inferior y cambio de la caseta. No cuenta con equipo limnigráfico, ver **Foto 7**.

La estación esta implementada con:

- Una escala limnimétrica compuesta con 5 reglas
- Sensor de nivel de agua tipo radárico
- Tubo limnigráfico y caseta limnigráfica
- Panel solar, antena Yagi



**Foto 7: Vista de la estación hidrométrica Shanao**

#### b4. Cuenca del río Huayabamba

##### ➤ Estación Hidrométrica Huayabamba

Punto de control hidrométrico ubicado en la margen derecha del río Huayabamba afluente del río Huallaga y, sobre el puente de la carretera Fernando Belaunde Terry entre las localidades de Tocache y Juanji.

Estación hidrológica (automática/convencional), la cual fue automatizada en el 2014 como parte del convenio SENAMHI – MINEM y, posteriormente en el 2018 transferida al SENAMHI, actualmente se encuentra funcionando adecuadamente, transmitiendo y, con registro de observaciones en forma correcta.

Cuenta con personal contratado bajo el D.L N° 276, quien se encarga de realizar las funciones de mantenimiento y, lecturas de nivel de agua en horas establecidas por el SENAMHI.

La estación tiene una infraestructura adecuada (**ver Foto 8**) y, está conformada por:

- 5 reglas limnimétricas en forma escalonadas sobre estructura de concreto armado.
- Patio hidrológico, donde alberga: torre de 6 metros, antena Yagi, panel solar, caja NEMA con batería, transmisor y, respectivos accesorios correspondientes.
- Sensor de nivel de agua tipo piezométrico.

Ambas partes vienen se encuentran operativas y funcionan de forma adecuada, pero puede mejorarse, como:

- En nivel del sensor piezómetro y la escala limnimétrica tienen un desfase de 2 cm, por lo tanto se requiere calibrar el sensor.
- La regla 1, tiene una longitud de 01 metro, pero su cota de inicio de lectura es 8.20 metros, la regla 2, tiene una longitud de 0.80 cm, que sumadas ambas tienen 2 metros, pero esta instalación lleva a confusiones, siendo necesario que ambas reglas tengan una longitud de 01 metro, y descender la regla 1 en 20 cm.
- Cambiar la regla inferior, en mal estado.
- Se debe mejorar el acceso, tiene poca vegetación pero la pendiente es pronunciada, que podría ocasionar caídas al observador especialmente en época de lluvias.
- Pintado de toda la infraestructura, para mejorar la imagen Institucional, así prolongar su vida útil.



**Foto 8: Vista de la estación hidrológica HLM/EHA Huayabamba**

#### **4.1.2 Situación de la red hidrológica Dirección Zonal 10**

La red hidrológica, se encuentra instalada en las cuencas de los ríos Huallaga (Alto Huallaga), Pachitea, Monzón, Aguaytía y San Alejandro, donde se registra la variabilidad del régimen hídrico de los ríos mencionados, y se ubican en los departamentos de Huánuco, Ucayali y San Martín.

##### **a) Equipos de aforo**

La Dirección Zonal, cuenta con el siguiente equipo hidrométrico, el cual es usado en las actividades de medición de caudales:

- Un equipo de aforo del tipo Perfilador de Corriente Acústico Doppler (ADCP), estado regular.
- Tres correntómetros en estado regular.
- Equipo topográfico
- Bote de goma inflable con su respectivo motor

##### **b) Red hidrológica**

La red hidrológica, está conformada por once (11) estaciones hidrológicas operativas y/o funcionando, en seis de ellas se tiene también instaladas estaciones hidrológicas automáticas.

Ocho estaciones, se ubican en el departamento de Huánuco, dos en Ucayali y, una en San Martín.

Cinco de las estaciones hidrológicas se encuentran en el curso de agua del río Huallaga (4 convencional/automática, una convencional); tres en afluentes principales del río Huallaga como, en el río Monzón (convencional y automática),

río Chinchao (convencional y automática) y, en el río Higueras (convencional). En el río Pachitea se tiene una estación convencional (Puerto Inca), cuyas aguas aportan al río Ucayali.

En los ríos Aguaytía y San Alejandro, se tiene una estación convencional en cada uno de ellos, cursos que aportan al río Ucayali

En la **Tabla 9**, se muestra su ubicación geográfica y política, asimismo en el **Mapa 4** su distribución espacial.

#### b1. Cuenca del río Huallaga

##### ➤ Estación Hidrométrica San Rafael

Punto de control hidrométrico tipo convencional, opera desde mayo del 2001, se encuentra ubicado en la parte alta de la cuenca del río Huallaga, es el primer punto de control hidrológico desde sus nacientes.

La estación se encuentra instalada en la margen derecha del río Huallaga en el puente que une las localidades de San Rafael y Colpa, ver **Foto 9**.

Estación implementada con:

01 escala limnimétrica compuesta por tres reglas



**Foto 9: Vista de la estación HLM San Rafael**

Cuenta con personal contratado en la modalidad CAS, que realiza las funciones de observador, quien realiza las observaciones en las horas establecidas por el SENAMHI.

- Estación Hidrométrica Taruca
- Segundo punto de control hidrométrico desde sus nacientes del río Huallaga, se ubica aguas arriba del puente del mismo nombre a las afueras de la ciudad de Huánuco. Estación hidrológica (automática/convencional), instalada en el 2014 como parte del convenio SENAMHI – MINEM y, posteriormente en el 2018 transferida al SENAMHI, actualmente se encuentra funcionando adecuadamente, transmitiendo y registro de observaciones en forma correcta.

La estación esta implementada por:

- Una escala limnimétrica, compuesta por 5 reglas, ubicadas a la margen izquierda del río Huallaga, ver **Foto 10**.
- Un sensor de nivel de agua tipo piezométrico.
- Patio hidrológico, ubicado en la margen derecha.



**Foto 10: Vista de la estación HLM/EHA Taruca**

- Estación Hidrométrica Puente Pérez  
Estación hidrológica (automática/convenzional), donde se registra el régimen hídrico del río Huallaga, se ubica en la margen izquierda del río aguas abajo del puente del mismo nombre.

Instada en el 2014 como parte del convenio SENAMHI – MINEM y, transferida al SENAMHI en el 2018, actualmente la parte convencional y automática vienen funcionando de manera simultánea, pero es frecuente la incongruencia entre los datos observados en la regla y, los que registra el sensor de la automática (ver ítem).

La estación esta implementada con:

- Una escala limnimétrica, compuesta por 6 reglas, ubicadas a la margen izquierda del río Huallaga, ver **Foto 11**.
- Un sensor de nivel de agua tipo piezométrico (margen izquierda).
- Patio hidrológico (sensor de precipitación, GPS), ubicado en la margen izquierda.



**Foto 11: Vista de la estación HLM/EHA Puente Pérez**

- Estación Hidrométrica Tingo María  
Punto de control hidrológico ubicado en la ciudad de Tingo María y sobre la margen derecha del río Huallaga, inicio sus actividades en set 1997, en el año 2000, como parte de Proyecto del Fenómeno El Niño, fue implementada con una estación automática y, en el 2019 en marco del proyecto con FONDES, algunos componentes de la estación automática fueron reemplazados por otros de última generación.

En diciembre del 2019 (19.12.2019), debido a la crecida extraordinaria del río Huallaga, la columna que soportaba el sensor radárico, caseta

limnigráfica y escala limnimétrica (5 metros de regla) colapso, perdiéndose los citados elementos.

Nueve días posteriores, se instaló una escala provisional con 3.5 metros de regla a partir de la numero 2, faltando 1.5 metros de regla en la parte inferior, posteriormente en setiembre del 2021 se reinstalo el sensor de nivel de agua tipo radárico, ver **Foto 12**.



**Foto 12: Vista de la estación HLM/EHA Tingo María**

En diciembre de 2022, se instaló aguas abajo una regla inferior faltante, pero de manera provisional, actualmente la estación viene funcionando y, se encuentra operativa pero con ciertas limitaciones y, expuesta a riesgos que las crecidas puedan afectar las reglas provisionales.

La estación se encuentra conformada por:

- Una escala limnimétrica de 5 reglas de un metro cada una sobre la margen derecha
- Sensor de nivel de agua tipo radárico
- Patio hidrometeorológico (sensores: temperatura, viento, precipitación, GPS) ubicado en la margen derecha

Cuenta con personal contratado bajo el D.L. N° 276, quien presta sus servicios como Hidromensor Nivel Auxiliar, quien se encarga de realizar las

funciones de mantenimiento y, las observaciones en las horas establecidas por el SENAMHI.

De la evaluación y coordinaciones realizadas con el Director Zonal (setiembre 2023), se toma conocimiento que se realizan trabajos de acondicionamiento para mejorar la infraestructura de la estación e instalación de la escala limnimétrica completa (**Foto 13**), donde se aprecia los trabajos que se ejecutan.



**Foto 13: Vista de los trabajos que se ejecutan en la estación HLM/EHA Tingo María (setiembre 2023).**

- Estación Hidrométrica Tocache  
Punto de control hidrológico ubicado en la ciudad del mismo nombre, ubicado en la margen izquierda del río Huallaga, inicio sus actividades en set 1994, en el año 2000, como parte del proyecto del Fenómeno El Niño, SENAMHI instaló una estación automática marca SUTRON, la cual funcionó hasta diciembre del 2013, y, en enero del 2014 como parte del convenio SENAMHI - MINEM la estación automática SUTRON fue renovada con una estación automática OTT la cual se encuentra actualmente.

Como parte del proceso de renovación (2014) las reglas se instalaron en la columna de concreto tal como se encuentra actualmente, donde colocaron cinco reglas, pero partiendo de la regla N°2; no instalando la regla 1, desde entonces en el estiaje cuando el nivel de agua ya está cerca del 1.0 metros

se debe colocar una regla que sería la N°1, sujeta con una madera en los de fierro donde se sujetaba el tubo limnigráfico.

La estación (ver **Foto 14**), se encuentra funcionando correctamente tanto la parte automática como convencional; está conformada por:

- Una escala limnimétrica de 6 reglas de un metro cada una sobre la margen izquierda
- Sensor de nivel de agua tipo radárico
- Patio hidrológico (torre de 6 metros, sensores de: precipitación y viento, así como GPS) en la margen izquierda

Cuenta con personal contratado bajo el D.L. N° 276, quien presta sus servicios como Hidromensor, que se encarga de realizar las funciones de mantenimiento y, observaciones en las horas establecidas por el SENAMHI. En setiembre 2023, en base a la información brindada por el Director Zonal, entre agosto y setiembre se han ejecutado os trabajos de mejora para evitar la socavación y, la estación viene funcionando adecuadamente.



**Foto 14:** Vista de la estación HLM/EHA Tocache, en la parte superior izquierda la escala limnimétrica y sensor radárico

- Estación Hidrométrica Higueras  
Punto de control hidrométrico tipo convencional, instalada en la margen derecha del río Higueras afluente del río Huallaga, ver **Foto 15**.  
Inicio su funcionamiento en setiembre 1994, se encuentra operando de forma correcta y, está conformada por:
  - Tres reglas limnimétricas instaladas sobre una columna de concreto armado.
  - Un carro huaro inoperativo



**Foto 4: Vista de la estación HLM Higueras**

- Estación Hidrométrica Chinchavito  
Punto de control hidrológico, ubicada en la margen izquierda del río Chinchao afluente del río Huallaga, es una estación convencional y automática instalada en marco del convenio SENAMHI – MINEM, ver **Foto 16**.

Inicio sus operaciones enero de 2014, se encuentra funcionando adecuadamente y, está compuesta por:

- Una escala limnimétrica de 6 reglas de un metro cada una sobre la margen izquierda instala en una estructura escalonada de concreto
- Carro huaro en mal estado de conservación.
- Sensor de nivel de agua tipo piezométrico
- Patio hidrológico (torre de 6 metros, sensores de: precipitación y viento, así como GPS)

Cuenta con personal contratado en la modalidad de locación de servicios, que realiza las funciones de apoyo en el mantenimiento y funcionamiento de la estación y, observaciones en las horas establecidas por el SENAMHI.



Foto 5: Vista de la estación HLM/EHA Chinchavito

- Estación Hidrométrica Puente Bella  
Punto de control hidrológico, ubicada en la margen izquierda del río Monzón que une al río Huallaga cerca de la ciudad de Tingo María en la localidad de Puente Bella.  
Estación convencional y automática instalada en marco del convenio SENAMHI – MINEM (ver **Foto 17**), inicio sus operaciones enero de 2014 y, está compuesta por:
- Una escala limnimétrica de 5 reglas de un metro cada una sobre la margen izquierda instala en una estructura escalonada de concreto
  - Sensor de nivel de agua tipo radárico
  - Patio hidrológico (torre de 6 metros, sensores de: precipitación y viento, así como GPS)

Cuenta con personal contratado en la modalidad de locación de servicios, que realiza las funciones de apoyo en el mantenimiento y funcionamiento de la estación y, observaciones (lecturas) en horas establecidas.



**Foto 17: Vista de la estación HLM/EHA Puente Bella**

#### b2. Cuenca del río Pachitea

##### ➤ Estación Hidrométrica Puerto Inca

Punto de control hidrométrico tipo convencional, opera desde noviembre 1994, se encuentra ubicado en la margen izquierda del río Pachitea en la localidad de Puerto Inca, consta de:

- Batería de 12 reglas limnimétricas instaladas en forma escalonada, en cada poste se tiene dos reglas.

La regla inferior (Nº1), se encuentra dentro del cauce del río (**Ver Foto 18**), la misma que durante el período de avenidas es arrasada y, durante el estiaje año tras año se debe estar reinstalando, lo cual puede ocasionar errores en la nivelación, que conllevaría a errores en las lecturas, asimismo el acceso presenta desniveles que podría ocasionar accidentes al personal.

La estación opera de manera adecuada, cuenta con personal contratado bajo la modalidad de Locación de servicios, quien presta servicios realizando observaciones (lecturas) en las horas establecidas por el SENAMHI



**Foto 18: Vista de la estación HLM Puerto Inca – río Pachitea**

### b3. Cuenca del río Ucayali

#### ➤ Estación Hidrométrica Aguaytía

Punto de control hidrológico tipo convencional, que inició sus operaciones en noviembre de 1994, en el río del mismo nombre y en la ciudad de Aguaytía, instalado sobre la base central del antiguo puente de la carretera Federico Basadre que une las ciudades de Tingo María con Pucallpa, ver **Foto 19 y 20**. La estación consta de:

- Tres reglas limnimétricas

La regla inferior (Nº1), durante el período de avenidas el área de influencia se sedimenta debido al proceso de movimiento de material de fondo, ocasionando que el flujo de agua se derive hacia la margen izquierda dejando las reglas sin flujo lo ocasiona lecturas de cero, S/D (sin dato) o negativas.

A la fecha, la estación viene operando de manera adecuada donde se realizan lecturas en forma diaria, pero no cuenta con observador propio, quien realiza las lecturas de nivel de agua es la observadora de la CO Aguaytía, situación de debe solucionarse ante posibles inconvenientes administrativos.



**Foto 6: Vista de la estación HLM Aguaytía – río del mismo nombre**



**Foto 20: HLM – Aguaytía instalación de reglas provisionales (regla 3 y 1), instaladas en el área de influencia para la continuidad en la toma de datos.**

- Estación Hidrométrica San Alejandro  
Punto de control hidrológico tipo convencional, que inicia su funcionamiento en diciembre de 2000, se ubica en el río del mismo nombre en la localidad de San Alejandro – distrito de Irazola provincia de Padre Abad.

La estación se encuentra instalada en la margen derecha del río cerca al puente San Alejandro de la carretera Federico Basadre que une las ciudades de Aguaytía con Pucallpa.

La estación consta: de:

- 11 reglas limnimétricas, instaladas en tres tramos de manera escalonada.

El Primer tramo de dos metros en el cauce del río, el segundo tramo sobre una columna de concreto armado donde se tiene 4 reglas y sobre la base del puente 5 reglas, ver **Foto 21**.

La regla inferior (Nº1), durante el período de avenidas constante es afectada (inclinada o arrasada). A la fecha se ha efectuado la reposición y nivelación de la regla inferior y, actualmente opera de manera adecuada, cuenta con personal contratado bajo la modalidad de locación de servicios, quien presta servicios realizando observaciones (lecturas) en horas establecidas por el SENAMHI.



**Foto 7:** En la parte superior, tramos 1 y 2, en la vista inferior tramos 2 y 3.

El acceso a la estación, se realiza por la margen izquierda, pero debido a las lluvias y crecida del nivel de agua del río, esta zona se ha erosionado dejando forados de tamaño regular, resultando esta zona inadecuada y peligrosa para el tránsito peatonal.

### 4.1.3 Situación de la red hidrológica Dirección Zonal 11

La red hidrológica en esta Dirección Zonal, se encuentra instalada en las cuencas de los ríos Mantaro, Tulumayo y Perené, donde se registra el régimen hídrico de los ríos mencionados.

#### a) Equipos de aforos

En base al Diagnóstico para el mejoramiento y ampliación de la red hidrométrica del CMPHM, elaborado por DZ11, se cuenta con:

- Dos equipos de aforo del tipo Perfilador de Corriente Acústico Doppler (ADCP), uno bueno y, otro regular.
- Cinco correntómetros en estado regular.
- Equipo topográfico de alta precisión Receptor geodésico, estación total y DRONE

#### b) Red hidrológica

Compuesta por cuatro estaciones hidrológicas convencionales (tres funcionando y, una paralizada), cuya ubicación geográfica y política se muestra en la **Tabla 9** y, su distribución espacial en el **Mapa 4**.

##### b1. Cuenca del río Mantaro

#### ➤ Estación hidrométrica Shullcas

La estación Shullcas, es un punto de control hidrométrico que opera desde 1994, es de tipo convencional, ubicado en la margen izquierda en el río del mismo nombre afluente del río Mantaro, donde se registra el aporte del escurrimiento generado por las precipitaciones que ocurren aguas arriba de la estación, así como el aporte del nevado Huaytapallana.

La estación (ver **Foto 22**), esta implementada por:

- 01 escala limnimétrica compuesta por dos reglas
- 01 sensor levelogger dentro del tubo limnigráfico sin transmisión
- 01 estructura limnigráfica

Actualmente la estación no cuenta con observador, situación que no permite el registro diario y horario de nivel de agua, asimismo la data del sensor se recopila cada mes cuando se realiza campañas de aforo.



**Foto 22: Vista de la estación hidrológica Shullcas – río Mantaro**

- Estación Hidrométrica Puente Breña  
Estación hidrológica tipo convencional, inicio sus actividades en noviembre de 1995, se ubica en la margen derecha del río Mantaro, la cual está compuesta por (ver **Foto 23**):
  - 01 tubo limnigráfico
  - 02 baterías de reglas escalonadas, la superior con tres reglas y, la inferior con 02 reglas
  - 01 limnógrafo



**Foto 8: Vista de la estación hidrológica Puente Breña**

Mediante el Informe Técnico N°D0002-2022-SENAMHI-DZ11-JER del 12.05.2022, en el ítem III, se describe la existencia de socavación del cauce del río Mantaro en el área de influencia de la estación, situación que a la fecha no se ha corregido.

En este punto de control, se realizan aforos y/o medición de caudal, como parte del plan anual de aforos de la Institución.

➤ Estación HLG río Cunas

Punto de control hidrométrico, que opero entre 1996 al 2008, donde se registraba el nivel de agua del río Cunas afluente del río Mantaro; en el SIEM se tiene información de nivel de agua diaria ( 4 lecturas) en el período del 1997 al noviembre de 2008.

b2. Cuenca del río Perené

➤ Estación Hidrométrica Perené

La estación Perené de tipo convencional, inicio su actividad en 1995, se ubica en la margen derecha del río del mismo nombre, pero a consecuencia de la crecida extraordinaria del 29 de diciembre del 2012 (Ver **Foto 24**), donde arraso la estación llevándose consigo un limnigráfico OTT, un tubo limnigráfico, 05 reglas limnimétricas y la estructura de concreto que la sostenía, quedando inoperativa.

La DZ11, ha propuesto la reubicación de este punto de control hidrométrico para monitorear al río Perené en el puente Chirani (NOTA DE ELEVACION N°008-2018- SENAMHI/DZ11), donde se manifiesta, que la sección reúne características hidrológicas e hidráulicas, así como de entorno, especialmente en la margen izquierda del río sobre el estribo de su antigua estructura, que podría ser aprovechado por sus buenas condiciones de estabilidad y cercanía al río para el acople de una regla limnimétrica.

Desde noviembre de 2018, la DZ11 realiza aforos en este sector, en el 2019 realizó dos aforos más, siendo el último aforo el 19 de setiembre del 2019. Sin embargo, ante la coyuntura del COVID-19 y algunas observaciones del TDR la implementación de la estación Pte. Chirani ha sido aplazada.

El último aforo, fue realizado el 29 de noviembre de 2022 como parte de la comisión un aforo, cuyo caudal promedio obtenido fue de 118,026 m<sup>3</sup>/s, con un tirante máximo de 2,859 m.



**Foto 9: Vista de la estación hidrológica Perené, antes y después de la crecida 2012 – 2013.**

- Estación Hidrométrica Río Tulumayo  
Punto de control hidrológico tipo convencional, actualmente operativa, inició sus operaciones en enero de 2009, aquí se mide el aporte del río Tulumayo a la cuenca del río Perené, se ubica en la margen izquierda del curso.

Actualmente la sección ha sido afectada por la construcción de un puente modular en la misma ubicación de la estación, en vista de ello, personal de la DZ11 instaló una regla auxiliar 50 metros aguas arriba como punto de referencia y, a modo de precaución (Ver **Foto 25**).

La sección hidráulica no cuenta con sistemas de aforo, los taludes de las orillas tienen pendientes mayores a 45°, la pendiente del río es elevada y con turbulencias que dificultan hacer aforos precisos en temporadas de avenidas.

La estación está compuesta

- 01 escala limnimétrica con tres reglas
- 01 tubo limnigráfico en mal estado
- Barandas de tubo de 2" de diámetro
- Infraestructura de concreto en mal estado (columna, pasarelas, etc.)



**Foto 10: Vista de la estación hidrológica Tulumayo, la flecha azul indica la regla y tubo limnigráfico. En el círculo nótese la construcción del puente.**

## 4.2 Diagnóstico de la red hidrométrica

### 4.2.1 Red hidrométrica en la DZ 09

La jurisdicción de la DZ09, comprende 9 provincias que se ubican en el departamento de San Martín, cabe mencionar que la provincia de Tocache que pertenece al departamento, es administrada por la DZ10.

El departamento San Martín, cuenta con importantes recursos hídricos superficiales (lagunas, ríos, quebradas, manantiales, etc.) distribuidos en cuatro unidades hidrográficas que conforman la cuenca del río Huallaga, que caracteriza por recorrer el 100 % del territorio de la región San Martín (56 % del territorio de la cuenca del Huallaga pertenece a la región San Martín). La cuenca del río Huayabamba presenta un 11 908,1 km<sup>2</sup>, siendo la de mayor extensión (23 %), la segunda es la cuenca Mayo con 8 861,0 km<sup>2</sup> (17 %), y la siguiente con 7 111 km<sup>2</sup> e la cuenca del río Biavo (14 %).

El monitoreo hidrológico en esta parte del país, se inició en 1964 con la HLM Shanao donde se observa el régimen hídrico del río Mayo, posteriormente en 1968 se instaló la estación Cumbaza para el monitoreo del río del mismo nombre afluente del río Biavo y este a su vez del río Huallaga.

La Dirección Zonal 09, cuenta con una red hidrométrica compuesta por nueve (09) estaciones hidrológicas tipo convencional y, en tres de ellas se ha incorporado una estación automática (Shanao, Campanilla y Huayabamba).

Las estaciones automáticas se instalaron en el 2014 (Campanilla y Huayabamba), como parte del convenio SENAMHI – MINEM, pero la EHA Campanilla solo funcionó entre 2014 y 2016 de forma intermitente hasta que finalmente debido a las crecidas del río Huallaga la infraestructura colapso totalmente, la EHA Huayabamba viene operando de forma continua

y con mayor regularidad. En el 2016 se instaló la EHA Shanao, que viene operando a la fecha con ciertas intermitencias.

En la **Tabla 10**, se muestra el récord histórico de las estaciones hidrológicas convencionales y automáticas ubicadas en la jurisdicción de la Dirección Zonal 09.

**Tabla 10: Récord de datos de nivel de agua estaciones hidrométricas – Dirección Zonal 09**

AÑO/ESTACION	SHANAO		CHAZUTA	PICOTA	CUMBAZA	HUAYABAMBA		CAMPANILLA		BLAVO	SHAMBOYACU	LAGUNA SAUCE
	HLM	EHA	HLM	HLM	HLM	HLM	EHA	HLM	EHA	HLM	HLM	HLM
1965	x											
1966	x											
1967	x											
1968	x				x							
1969	x				x					x		
1970	x				x					x		
1971	x				x					x		
1972					x					x		x
1973					x					x		x
1974					x					x		x
1975	x				x					x		x
1976	x				x					x		x
1977	x				x					x		x
1978	x				x					x		x
1979	x				x					x		x
1980	x				x							x
1981	x				x							x
1982	x				x							x
1983	x				x							x
1984	x				x							x
1985	x				x							x
1986	x											x
1987	x											x
1988	x											x
1989	x											x
1990	x											x
1991	x											x
1992	x											x
1993	x											x
1994	x									x		x
1995	x				x					x		x
1996	x				x					x		x
1997	x				x					x		x
1998	x				x			x		x		x
1999	x				x			x		x		x
2000	x				x			x		x		x
2001	x				x			x		x		x
2002	x				x			x		x		x
2003	x			x	x			x		x		x
2004	x		x	x	x			x		x		x
2005	x		x	x	x	x		x		x		x
2006	x		x	x	x	x		x		x	x	x
2007	x		x	x	x	x		x		x	x	x
2008	x		x	x	x	x		x		x	x	x
2009	x		x	x	x	x		x		x	x	x
2010	x		x	x	x	x		x		x	x	x
2011	x		x	x	x	x		x		x	x	x
2012	x		x	x	x	x		x		x	x	x
2013	x		x	x	x	x		x		x	x	x
2014	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2015	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2016	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2017	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
2018	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
2019	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
2020		x					x			x		
2021		x	x		x		x			x		x
2022	x	x		x	x	x	x			x	x	

Elaboración: Propia Fuente: SIEM

a) Cuenca del río Huallaga:

La cuenca en la DZ09, cuenta con cinco estaciones hidrométricas en la cuenca, cuatro en el cauce principal y, una en el afluente Ponaza, de las cuales, solo dos se encuentra operativa (HLM Picota y HLM Shamboyacu), a continuación, se presentan detalles de su operatividad:

HLM/EHA Campanilla, la estación hidrológica convencional, a la fecha se encuentra inoperativa debido a diversos factores como el colapso de la infraestructura y, en el 2020 la estación convencional dejó de contar con personal para la toma y registro de datos de nivel de agua.

Actualmente, la sección donde se encontraba instalada la estación, no reúne las condiciones hidrológicas e hidráulicas para el emplazamiento de una estación hidrológica, sin embargo a 100 metros aguas abajo, se tiene un tramo recto con márgenes definidas, con espacio suficiente para la instalación de una estación hidrológica, la cual resulta adecuada la continuidad operativa de la estación asimismo del registro histórico.

HLM Picota, punto de control hidrométrico convencional, que se ubica en la margen izquierda del río Huallaga, actualmente se encuentra operativa, donde se realiza lecturas de nivel de agua; cuenta con data histórica diaria de nivel de agua desde 2003 hasta la fecha, pero con ausencia de datos en el período marzo 2020 octubre 2021 debido al COVID 19.

Su infraestructura se encuentra en buen estado de conservación la misma que ha sido mejorada en el 2021. En su margen izquierda y cerca de la columna de la estación, se tiene espacio suficiente para la instalación de una estación automática.

HLM Chazuta, punto de control hidrométrico convencional, que se ubicaba en la margen izquierda del río y, a 5 km de la localidad de Chazuta y, el acceso ocurre por vía fluvial, debido a esta característica su operatividad resulta inapropiada y costosa. Cuenta con data histórica diaria de nivel de agua de forma continua desde 2003 hasta la fecha 2019, con ausencia de datos en el período marzo – diciembre 2020, posteriormente se reinicia en el 2021 hasta el fallecimiento del observador.

Debido a su inoperatividad y crecidas del río Huallaga, la infraestructura ha sido arrasada, siendo necesario realizar una nueva instalación y, con el fin de mejorar el acceso se tiene un lugar apropiado aguas arriba de la localidad de Chazuta, donde se puede colocar reglas escalonadas, siendo necesario la instalación de una batería de 10 reglas escalonadas, su automatización y, construcción de la infraestructura de soporte.

HLM Laguna Sauce, punto de control hidrométrico convencional, ubicado en la laguna del mismo nombre o también llamado laguna Azul, fue instalada con el

fin de monitorear la variabilidad de dicho espejo de agua. Cuenta con una data histórica desde 1972 hasta 2021 con una pausa en el 2020 debido a la COVID 19, sin embargo, desde 2022 se encuentra en situación de paralizada.

No cuenta con observador que realice las observaciones, asimismo no cuenta con estructura ni reglas limnimétricas, debido a su ubicación debe ser la Dirección Zonal quien evalúe su continuidad operativa.

HLM Shamboyacu, punto de control hidrométrico convencional, ubicado en la margen derecha del río Ponaza afluente por la margen derecha del río Huallaga, actualmente la estructura de concreto colapso debido a la crecida del río en marzo del 2023 y, en mayo del mismo año se ha instalado reglas provisionales con la cual se ha continuado realizando las observaciones de nivel de agua.

Con el fin de recuperar su operatividad, es necesario rehabilitar completamente la estación, debiendo realizarse la, construcción de una infraestructura de concreto armado de forma escalonada, donde se instale una escala limnimétrica (6 reglas).

b) Cuenca del río Biavo:

La cuenca en la DZ, cuenta con una sola estación hidrométrica convencional, instalada en el cauce principal del río Biavo.

HLM Biavo: punto de control hidrométrico convencional, ubicado en la margen derecha del río Biavo afluente por la margen derecha del río Huallaga, actualmente se encuentra en situación de funcionando, donde se realiza observaciones de nivel de agua en las horas establecidas por SENAMHI.

La estación opera desde 1969 hasta 1980, reiniciando las lecturas de datos en 1993 hasta la fecha, con una pausa en el 2020 debido al COVID 19, debido al paso del tiempo, la estructura de concreto y metálica se encuentra erosionada y a punto de colapsar.

Se requiere reforzar la base de la infraestructura, la cual ha sido debilitada y, erosionada como consecuencia de las crecidas del río, asimismo se requiere el cambio de reglas limnimétricas, así como su automatización.

Durante el estiaje, el nivel de agua desciende por debajo de la escala limnimétrica, siendo necesario la instalación de una regla inferior para evitar este inconveniente. A 30 metros aguas abajo y, en la misma margen se tiene espacio suficiente para su automatización y a construcción de un patio hidrológico.

En resumen la estación aunque viene operando de manera continua, ante el próximo evento de crecidas, si no se toman medidas correctivas el colapso podría ser inminente.

c) Cuenca del río Mayo:

La cuenca, cuenta con dos estaciones hidrológicas, una automática y una convencional, la primera de ellas, en el cauce principal del río Mayo afluente por la margen izquierda del río Huallaga, y la estación convencional en el río Cumbaza afluente del río Mayo.

HLM/EHA Shanao: punto de control hidrométrico convencional y automático, ubicado en la margen izquierda del río Mayo, en puente Bolívar de la carretera Fernando Belaunde Terry en el distrito de Shanao, está conformada por una parte convencional y una automática, actualmente ambas se encuentra en situación de funcionando y, la serie histórica es de octubre de 1965 a la fecha (convencional), cuenta con personal contratado bajo el D.L. N° 276, Sra. Pasiona Saavedra Zamora, quien se encarga de realizar las funciones de mantenimiento y, lecturas de nivel de agua en horas establecidas por el SENAMHI.

Quizás sea el punto de control más antiguo, opera desde 1965 a la fecha con algunas paralizaciones entre 1972 – 1974 y 2020-2021 (COVID 19). La parte automática se instaló en el 2016, que a la fecha viene operando de forma regular. La sección, donde se encuentra instalada la estación reúne las características hidrológicas e hidráulicas para que la estación opere en buenas condiciones.

De lo evaluado, la infraestructura de concreto y metálica se viene deteriorando debido al paso del tiempo y escaso mantenimiento; la estructura limnigráfica (tubo y caseta) se encuentra deteriorada especialmente el tramo inferior del tubo, debiendo ser reemplazado, las reglas de la escala limnimétrica deben ser reemplazadas para una mejor visualización.

No cuenta con limnigráfico, además la estación automática funciona de manera adecuada, por lo que no es necesario la estructura limnigráfica, por lo se sugiere la independización de ambas partes de la estación (convencional y automática) e implementar un patio hidrológico.

La estructura metálica o brazo metálico, que soporta el sensor radárico y panel solar, debe ser remplazada por uno de mayor resistencia e independizada y apoyada sobre la columna de concreto armado.

La estructura de concreto debe tener mantenimiento adecuado (resanado, pintado, cambio de barandas), asimismo se debe mejorar el acceso haciendo nuevas gradas con barandas.

En época de estiaje, el nivel agua desciende por debajo de la escala limnimétrica, siendo necesario colocar una regla inferior en la base del pilar izquierdo del puente.

Por lo tanto, es necesario adoptar acciones que permita la continuidad operativa de la estación convencional y automática, se requiere:

Reforzamiento y/o mantenimiento de la estructura de concreto, reforzar y/o cambiar la infraestructura de soporte de la escala limnimétrica, cambio del tubo inferior del tubo limnigráfico, instalar una limnígrafo, contar con una caja Nema donde se ubique los accesorios de la estación automática (datalogger, batería, transmisor, etc.), una torre adecuada para la transmisión, cambiar de brazo de soporte del sensor radárico y, construir un acceso adecuado.

Durante el estiaje, el nivel de agua descende por debajo de la escala limnimétrica, siendo necesario la instalación de una regla inferior en la base del puente.

HLM Cumbaza: punto de control hidrométrico convencional, ubicado en la margen derecha del río Cumbaza afluente por la margen derecha del río Mayo, actualmente se encuentra en situación de funcionando.

En setiembre del 2023, se realizaron trabajos de acondicionamiento, retirándose la escala limnimétrica y, tubo limnigráfico (averiado); sobre la estructura de concreto se ha instalado una escala limnimétrica compuesta por seis (06) reglas limnimétricas. Con esta acción se ha corregido la pérdida de la verticalidad de la escala, minimizando observaciones erróneas.



**Foto 26: Vista de la estación hidrológica Cumbaza (setiembre 2023).**

d) Cuenca del río Huayabamba:

HLM/EHA Huayabamba: punto de control hidrométrico convencional y automática, ubicado en la margen derecha del río Huayabamba.

La parte convencional, opera desde el 2005, con una pausa debido al COVID 19 en el período 2020 – 2021. La parte automática se instaló en el 2014, como parte del convenio SENAMHI-MINEM.

Actualmente, la estación tanto convencional como automática viene funcionando en forma regular, la infraestructura se encuentra en buenas condiciones requiriendo el mantenimiento adecuado (pintado y cambio de reglas) y, la parte automática mantenimiento con mayor frecuencia.

#### 4.2.2 Red hidrométrica en la DZ 10

La jurisdicción de la DZ110, comprende 16 provincias que se ubican en los departamentos de Huánuco, Ucayali y San Martín. Aquí, se tiene tres grandes cuencas que cruzan su jurisdicción, la cuenca del río Huallaga que nace en las alturas de la región Cerro de Pasco, por la confluencia de los ríos Ticlayan, Pariamarca y Pucurhuay, inicia su recorrido con dirección predominante hacia el norte, ocupando las regiones de Huánuco, San Martín y Loreto; la cuenca del río Pachitea que nace de la confluencia de los ríos Pichis y Palcazú, con un recorrido generalmente norte ingresa al departamento de Huánuco y continua hasta desembocar en el río Ucayali.

La cuenca del río Ucayali, recorre en dirección norte los departamentos de Ucayali y Loreto, hasta la confluencia con el río Marañón, dando origen al gran río Amazonas.

**Tabla 11: Récord de datos de nivel de agua estaciones hidrométricas – Dirección Zonal 10**

AÑO/ESTACION	TINGO MARIA		PUERTO INCA	HIGUERAS	SAN RAFAEL	TARUCA		CHINCHAVITO		PUENTE PEREZ		PUENTE BELLA		AGUAYTIA	AN ALEJANDR	TOCAHE	
	HLM	EHA	HLM	HLM	HLM	HLM	EHA	HLM	EHA	HLM	EHA	HLM	EHA	HLM	HLM	HLM	EHA
1994			x											x			
1995			x											x			x
1996			x											x			x
1997	x		x											x			x
1998	x		x											x			x
1999	x		x											x			x
2000	x	x	x											x			x
2001	x	x	x		x									x	x	x	x
2002	x	x	x	x	x									x	x	x	x
2003	x	x	x	x	x									x	x	x	x
2004	x	x	x	x	x									x	x	x	x
2005	x	x	x	x	x									x	x	x	x
2006	x	x	x	x	x									x	x	x	x
2007	x	x	x	x	x									x	x	x	x
2008	x	x	x	x	x									x	x	x	x
2009	x	x	x	x	x									x	x	x	x
2010	x	x	x	x	x									x	x	x	x
2011	x	x	x	x	x									x	x	x	x
2012	x	x	x	x	x									x	x	x	x
2013	x	x	x	x	x									x	x	x	x
2014	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2015	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2016	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2017	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2018	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2019	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2020	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2021		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2022	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración Propia

Area en blanco sin data

En la **Tabla 11**, se muestra el récord histórico de las estaciones hidrológicas convencionales y automáticas ubicadas en el ámbito de la Dirección Zonal 10, elaborado en base al registro histórico existente en el Sistema de Estadística Meteorológica – SIEM del SENAMHI.

a) Cuenca del río Huallaga:

De acuerdo a la **Tabla 11**, la toma y registro de datos hidrológicos en la cuenca, se inicia en setiembre de 1994 en la estación Tocache, posteriormente en setiembre de 1997, inicia sus operaciones la estación hidrométrica Tingo María y, en mayo de 2001 se inicia la colecta de data en la estación San Rafael, todas ellas estaciones convencionales. En el año 2000 como parte del proyecto del fenómeno El Niño, las estaciones Tingo María y Tocache son implementadas con una estación automática cada una, con el fin de contar con información en tiempo cuasi real, para el monitoreo de la variabilidad del régimen hídrico del río Huallaga en puntos estratégicos de la cuenca.

En enero de 2002, se instala la estación hidrométrica Higueras en el río el mismo nombre y afluente del río Huallaga, con el fin de monitorear el régimen hídrico de este cauce. Estación importante, ya que desde esta fuente de agua se realiza el abastecimiento de agua para las localidades de Huánuco, Amarilis y Pilcomarca. En el año 2014, en marco del convenio SENAMHI – MINEM, en la cuenca se implementan cuatro nuevas estaciones hidrométricas (convencional y automática) como Taruca y Puente Pérez en el río Huallaga, Chinchavito y Puente Bella en los ríos Chinchao y Monzón afluentes del Huallaga, asimismo la estación automática Tocache (Sutron) es renovada totalmente por una estación OTT.

Actualmente a la fecha en la cuenca se tiene ocho estaciones hidrométricas, cinco en el río Huallaga y tres en afluentes (Higueras, Monzón y Chinchao), del total de ocho, seis son convencionales y automáticas (Taruca, Puente Pérez, Tingo María, Tocache, Puente Bella y Chinchavito) y, solo dos solamente son convencionales (San Rafael e Higueras).

Todas las estaciones se encuentran operativas, a continuación, se presentan detalles de su operatividad y/o problemas en su funcionamiento:

HLM San Rafael, estación hidrológica tipo convencional ubicada en la margen izquierda del río Huallaga, a la fecha se encuentra operativa, cuenta con un registro de nivel de agua desde 2001, se realiza las lecturas en las horas establecidas. La escala limnimétrica está sujeta a una columna de concreto armado la cual ser reforzada.

HLM/EHA Taruca, estación hidrológica convencional y automática que se localiza aguas del puente del mismo nombre sobre la margen izquierda del río Huallaga, pero el patio hidrológico se ubica en la margen derecha.

La estación se encuentra operativa, se realiza lecturas en la escala limnimétrica, asimismo el sensor de nivel de agua a la fecha funciona correctamente, sin embargo, también se carece de una estructura de aforo a pesar de la existencia del puente este no es apropiado para este tipo de labores, por ello se requiere construir una estructura de aforos (carro huaro), actualmente los aforos se realizan desde el puente el Valle a tres km aguas arriba de la estación, lo cual puede tener incidencia en la relación nivel caudal.

HLM/EHA Puente Pérez: estación hidrológica convencional y automática que se localiza en la margen izquierda del río Huallaga, a la fecha la parte convencional como la automática operan de forma adecuada.

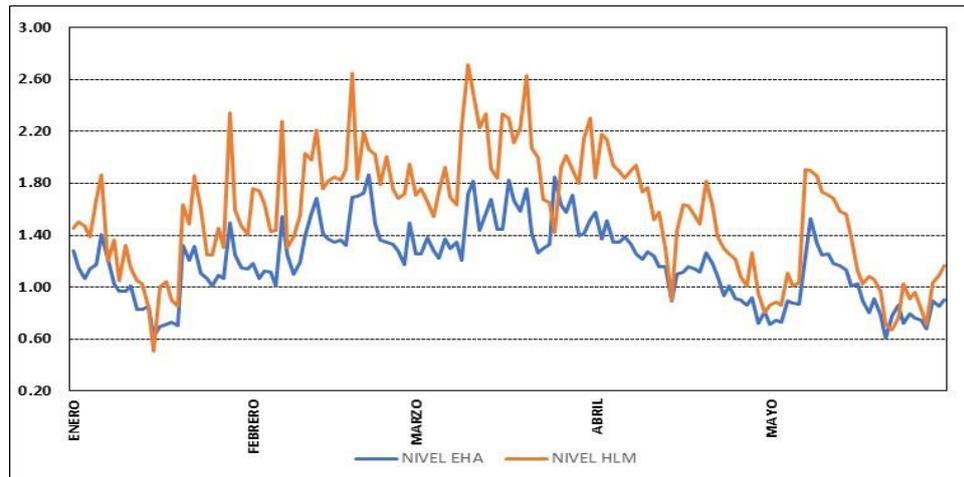
Se presenta inconvenientes para el acceso, que se realiza por la margen derecha (carretera), para trasladarse a la otra margen donde se encuentra la estación, se depende de un carro huaro de propiedad privada que en ocasiones no se encuentra disponible, situación que también ocurre en la realización de aforos. El acceso a la estación convencional (escala limnimétrica), requiere ser mejorado para evitar futuros accidentes de trabajo.

Los datos de la escala limnimétrica y, los registrados por el sensor automáticos o viceversa son incongruentes, motivo por el cual se ha realizado una evaluación para el periodo enero-mayo del 2023 y, donde se aprecia que existe mayormente una sobrestimación de los valores observador en la regla, pero ocasionalmente ocurre una subestimación.

En **Tabla 12** se muestra los valores estadísticos de la diferencia entre la EHA – HLM del periodo evaluado y, en la **Figura 1**, la variación a nivel diario del periodo enero – mayo 2023, asimismo en el **Anexo 1**, se muestra la variación a nivel de horas de observación.

**Tabla 12: Valores estadístico de variación entre la HLM y EHA Puente Pérez**

Descripción	Horas de observación				Promedio
	06:00	10:00	14:00	18:00	
Máximo	1,19	1,14	1,06	1,12	1,04
Mínimo	-0,42	-0,40	-0,43	-0,46	-0,43
Promedio	0,35	0,39	0,37	0,39	0,38



**Figura 1: Histograma de nivel de agua promedio diario EHA/HLM Puente Pérez del periodo enero – mayo 2023.**

HLM/EHMA Tingo María: estación hidrológica convencional y automática que se localiza en la margen derecha del río Huallaga, a la fecha la parte convencional opera con ciertas limitaciones, la automática viene funcionando adecuadamente.

A consecuencia de la crecida del diciembre de 2019, parte de la infraestructura de la estación colapso, donde se perdió la columna de concreto armado donde se soportaba la escala limnimétrica y sensor de nivel de agua tipo radárico, 10 días después se instaló una escala limnimétrica provisional con tres regla y media, donde se registra nivel de aguas a partir de 1,50 metros hacia valores superiores, ocasionando que por debajo de dicho nivel no realice lecturas (estiaje), en setiembre del 2021 se instaló una estructura metálica (brazo) donde se ubicó el sensor radárico.

A la fecha (setiembre 2023), se ejecutan los trabajos de rehabilitación de la infraestructura y mejora de la parte convencional.

HLM/EHA Tocache: estación hidrológica convencional y automática que se localiza en la margen derecha del río Huallaga, a la fecha la parte convencional como la automática operan de forma adecuada.

A consecuencia de las crecidas del año 2022, la parte posterior de la estación se encontraba socavada como resultado de la acción erosiva del flujo de agua, dejando parte de la base del cerco perimétrico al aire, lo que constituye un peligro, ya que la socavación puede incrementarse y afectar la infraestructura donde se encuentra la estación automática. Asimismo, a setiembre 2023 se ejecutaron trabajos de mejoras y acondicionamiento.

HLM Higuera, estación hidrológica tipo convencional operativa, ubicada en la margen izquierda del río del mismo nombre, su registro histórico data desde el año 2022, se realiza lecturas en las horas establecidas por el SENAMHI. La escala limnimétrica se encuentra sujeta a una columna de concreto armado que a la fecha se encuentra en buenas condiciones.

Aquí se carece de infraestructura para realizar aforos, especialmente en época de avenidas, los cuales se realizan a 3 y 5 km de la estación, debido a esta distancia no se tiene buena relación entre el nivel de agua de la estación con el aforo realizado.

HLM/EHA Chinchavito: estación hidrológica convencional y automática que se localiza en la margen izquierda del río Chinchao afluente del Huallaga, la estación en la automática como convencional viene operando en forma adecuada, pero también se carece de infraestructura de aforo, asimismo la base escalonada de concreto que sostiene la batería de reglas se encuentra erosionada.

La canastilla del carro huaro (madera) se encuentra deteriorada debido al tiempo, siendo necesario su rehabilitación, así como el mantenimiento de los cables que soportan, asimismo se requiere el reforzamiento de la base escalonada que permita prolongar la vida útil de la infraestructura, también es importante mejorar el acceso ante posibles accidentes.

HLM/EHA Puente Bella: estación hidrológica convencional y automática que se localiza en la margen izquierda del río Monzón afluente del Huallaga, a la fecha ambas partes (convencional y automática) operan de forma adecuada y reportan datos de manera diaria. Requiere mantenimiento rutinario

#### b) Cuenca del río Pachitea:

##### HLM Puerto Inca

Punto de control hidrométrico tipo convencional, que opera desde 1994, ubicado en la margen izquierda del río Pachitea en la localidad de Puerto Inca, cabe mencionar que es el único punto de control hidrométrico existente en la cuenca y se ubica su parte media controlando una superficie de 22 435 km<sup>2</sup>.

La estación consta de una batería de 11 reglas escalonadas, viene operando de manera adecuada y transmite información de nivel de agua en forma diaria vía telefónica. Pero año tras año, debido a las crecidas en época de lluvias, las reglas inferiores (Nº1 y 2) son arrasadas por la fuerza del flujo, debiendo constante reinstalarse, lo cual puede ocasionar errores en el proceso de nivelación, en ese aspecto es necesario la fijación y nivelación de todas las reglas.

La fijación debe realizarse en bases de concreto armado lo suficientemente profundas que eviten el desprendimiento o la inclinación, asimismo es necesario mejorar el acceso con el fin de evitar accidentes.

Debido a su importancia y ubicación, esta estación debe ser automatizada con el fin de obtener información cuasi real para el monitoreo del régimen hídrico del río Pachitea, así como de eventos anómalos.

c) Cuenca del río Ucayali:

HLM Aguaytía

Único punto de control hidrométrico tipo convencional, que existe en la cuenca, ubicado en la parte central del río Aguaytía en la localidad de mismo nombre y, opera desde 1994.

Consta de una escala limnimétrica con tres reglas, pero debido al proceso de erosión y arrastre de sedimentos de fondo, la zona de influencia de la estación constante se colmata, lo cual tiene como consecuencia especialmente en el estiaje que el curso de agua se derive hacia la margen izquierda dejando la escala sin agua obteniéndose valores de cero. En ese aspecto, es necesario rehabilitar la estación colocando una nueva escala limnimétrica, así como ubicar reglas escalonadas en la margen izquierda y, llevar un proceso de nivelación previo levantamiento topográfico y batimétrico.

Debido a su importancia y ubicación, esta estación debe ser automatizada con el fin de obtener información cuasi real para el monitoreo del régimen hídrico del río Aguaytía, así como de eventos anómalos.

HLM San Alejandro

Punto de control hidrométrico tipo convencional, opera desde 2000, se encuentra ubicado en la margen derecha del río San Alejandro en la localidad de Irazola. Consta con 11 reglas limnimétricas, instaladas en tres tramos de manera escalonada; el primer tramo de dos metros en el cauce del río, el segundo tramo sobre una columna de concreto armado donde se tiene 4 reglas y sobre la base del puente 5 reglas.

La regla inferior (Nº1), durante el período de avenidas constante es afectada (inclinada o arrasada), lo que ocasiona lecturas de nivel de agua incorrectas especialmente en el período de estiaje, asimismo debido al proceso erosivo por el incremento del nivel de agua y por las lluvias, la margen donde se ubica la estación se ha erosionado se tonado inestable lo cual hace difícil el acceso a la escala limnimétrica.

En ese aspecto, se debe realizar un proceso de estabilización de la margen derecha en el área de influencia de la estación, mejorar el acceso y, fijar la regla limnimétrica Nº1 (la que se encuentra dentro del cauce) mediante una base lo suficientemente resistente a las crecidas.

Asimismo, debido a su importancia y ubicación, esta debe estación debe ser automatizada con el fin de obtener información cuasi real para el monitoreo del régimen hídrico del río San Alejandro, así como de eventos anómalos.

#### 4.2.3 Red hidrométrica en la DZ 11

La jurisdicción de la DZ11, comprende 23 provincias que se ubican en los departamentos de Pasco, Junín, Huancavelica y Ayacucho, tal como se detalla en la **Tabla 13**.

En el ámbito de la DZ11, se tiene dos grandes cuencas que circundan su territorio, la cuenca del río Mantaro, que abarca parcialmente las regiones de Junín, Pasco, Huancavelica y Ayacucho y, la cuenca del río Perené, que cubre parcialmente las regiones de Junín y Pasco, donde se concentra los mayores centros poblados. Asimismo, de acuerdo al Diagnóstico para el mejoramiento y ampliación de la red hidrométrica del CMPHMI elaborado por la DZ11, ambas cuencas, el 100% de su área se encuentra en jurisdicción de la Dirección Zonal 11.

En la **Tabla 13**, se aprecia que ocho (08) provincias del departamento de Junín, tres (03) de Pasco, cinco (05) de Huancavelica y, siete (07) de Ayacucho se encuentran en el ámbito de las cuencas mencionadas y, en la **Tabla 14**, se muestra el record histórico en estaciones hidrológicas operadas y/o administradas por El SENAMHI.

**Tabla 13: Provincias por departamento y cuencas en el ámbito de la DZ11**

N°	Provincia	Departamento	Cuenca
1	Oxapampa	Pasco	Pachitea
2	Daniel Alcides Carrión	Pasco	Alto Huallaga
3	Pasco	Pasco	Mantaro y Perené
4	Junín	Junín	Mantaro y Perené
5	Chanchamayo	Junín	Perené
6	Tarma	Junín	Mantaro y Perené
7	Jauja	Junín	Mantaro y Perené
8	Concepción	Junín	Mantaro y Perené
9	Chupaca	Junín	Mantaro
10	Huancayo	Junín	Mantaro
11	Satipo	Junín	Perené, Anapati, Cutivireni, 49955 y 49959
12	Tayacaja	Huancavelica	Mantaro
13	Huancavelica	Huancavelica	Mantaro
14	Churcampa	Huancavelica	Mantaro
15	Angares	Huancavelica	Mantaro
16	Acobamba	Huancavelica	Mantaro
17	Huanta	Ayacucho	Mantaro y Bajo Apurímac
18	Huamanga	Ayacucho	Mantaro
19	Cangallo	Ayacucho	Pampas
20	Fajardo	Ayacucho	Pampas
21	Huancasancos	Ayacucho	Pampas
22	Vilcashuamán	Ayacucho	Pampas
23	La Mar	Ayacucho	Pampas y Alto Ucayali

**Tabla 14: Récord histórico de datos de nivel de agua estaciones hidrométricas – Dirección Zonal 11**

ESTACION	RIO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	###	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
TULUMAYO	TULUMAYO			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
PTE. BREÑA	MANTARO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x	x
SHULCAS	SHULCAS													x	x	x	x	x	x	x											
PERENE	PERENE		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x				
RIO CUNAS	CUNAS		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x															

Fuente: SIEM, Elaboración propia, en blanco sin datos, área sombreada con datos

- a) Cuenca del río Mantaro, tiene sus nacientes en el lago Junín (4090 msnm), tiene un área de 34 550.08 km<sup>2</sup>, es el primer colector de los tributarios que drenan las vertientes de su cuenca interregional, asimismo es uno de los ríos más importantes de los Andes centrales peruanos; su caudal depende de las precipitaciones en toda la cuenca, del nivel del Lago Junín, y de las lagunas ubicadas al pie de los nevados de la cordillera occidental y del nevado Huaytapallana.

La ALA – Mantaro, a lo largo de la cuenca ha identificado 22 zonas críticas, con riesgo a inundación, erosión lateral, deslizamientos por pérdida de pie de talud en los cauces de los ríos principales. Entre los puntos críticos detectados se hallan: En Huayucachi en el sector La Libertad; en Chupaca la Planta de Bombeo, Yauyos y Viso Bajo; San Agustín de Cajas Coyllor; en San Lorenzo, en el sector de Casacancha; Huamali en San Isidro; Matahuasi en Huayuri; Pilcomayo, en el Barrio Miraflores; Mito, en Masma en el Puente Bolívar, Julcán; en Leonor Ordoñez sector de Patohuachana, Muquiyauyo, Sausa, Huertas; en Ingenio en el barrio Ingenio, Suitucancha y Sincos. (<https://diariocorreo.pe/edicion/huancayo/cuenca-del-mantaro-con-22-puntos-criticos-en-riesgo-de-inundaciones-y-no-hay-plan-de-contingencia-noticia/>)

De acuerdo al Sistema de Estadística Meteorológica – SIEM, SENAMHI (Tabla 14), la toma, registro y monitoreo hidrológico en esta cuenca, se inicia en noviembre de 1995, con dos estaciones Puente Breña y Río Cunas, monitoreando el río principal (río Mantaro) y, un afluente (río Cunas); posteriormente en setiembre del 2006 se incorpora la estación Shullcas en el río del mismo nombre.

#### HLM Shulcas

Punto de control hidrométrico ubicado en el río del mismo nombre afluente al río Mantaro, la importancia de este río radica que la subcuenca es fuente de abastecimiento de agua potable para las ciudades de Huancayo y Tambo.

La estación tiene un registro histórico entre el 2006 al 2012 esto debido a la falta de observador, en el 2014 (18.06.2014) se instaló un sensor

levellogger donde se registra la data de nivel de agua, pero esta data se recoge cada mes o en tiempos mayores (No tiene transmisión satelital).

Ante la falta de observador y, de datos de la escala limnimétrica, los datos del sensor, son importantes para el análisis retrospectivo, sin embargo estos no se han validado por el Órgano correspondiente (DRD).

Asimismo la infraestructura debe ser mejorada, con:

- Cambio de reglas de la escala limnimétrica
- Construcción de infraestructura de aforo

#### HLM Puente Breña

Punto de control hidrométrico ubicado en el río Mantaro en la margen derecha del puente del mismo nombre.

A la fecha, la estación Puente Breña se encuentra operativa, pero la base de la estructura limnigráfica y, de la escala limnimétrica ha sido afectada por un proceso de socavación, lo cual es corroborado con el Informe Técnico N°D0002-2022-SENAMHI-DZ11-JER del 12.05.2022. Proceso que ocasiona que durante el estiaje el nivel de agua descienda por debajo de la última regla. La infraestructura se encuentra en mal estado debido al escaso mantenimiento y al paso del tiempo.

De la **Tabla 14**, la toma y registro de datos (nivel de agua) es variable; en Puente Breña, no se tiene un registro continuo, carece de datos en algunos meses de los años 1996 (mayo), 2003 (noviembre), 2018 (septiembre y octubre) y 2020 (desde 16 marzo hasta 23 setiembre).

De la evaluación de los datos de nivel de agua de la estación Puente Breña, se aprecia que la data histórica presenta una tendencia creciente en sus valores, quizás esto debido a los saltos que se presentan entre setiembre y octubre del 2011, así como en mayo del 2022, ver **Figura 2**.

El salto ocurrido entre setiembre y octubre 2011, se presenta de la siguiente forma, el 30 de setiembre el nivel medio diario fue de 0,70 metros y, el día 01.10.2023 el valor es de 1,71 metros, lo que significa un incremento de 1 metro en un el nivel de agua, valor que resulta poco creíble debido a que son fechas en se encuentra finalizando el estiaje en los ríos del país.

El salto, de mayo 2022, se presenta de la manera siguiente: abril de 2022 culmina con una tendencia decreciente finalizando el mes (30.04.2022) de 0,40 metros, el 01 de mayo el valor fue de 0,45 m y continua con un descenso hasta el 06.05.2022 en que alcanza el valor de 0,0 metros llegando el día 11.05.2022 con un nivel promedio diario de 0,02 metros, pero el día 12,05.2022 el valor medio diario es de 3.00 lo significa un incremento de 3 metros en su cota, lo cual resulta incongruente debido a la

época, ya que el régimen hídrico se encontraba en la fase de transición del período de avenida al estiaje (tendencia decreciente).

En la serie se tiene periodos cortos de cero, así como pequeños periodos sin data como la ocurrida entre marzo y septiembre 2020 debido al COVID 19.

La data debe ser consistenciada y corregida teniendo en cuenta una cota absoluta, de otro lado, en la metadata no se tiene información que permita corregir la data histórica.

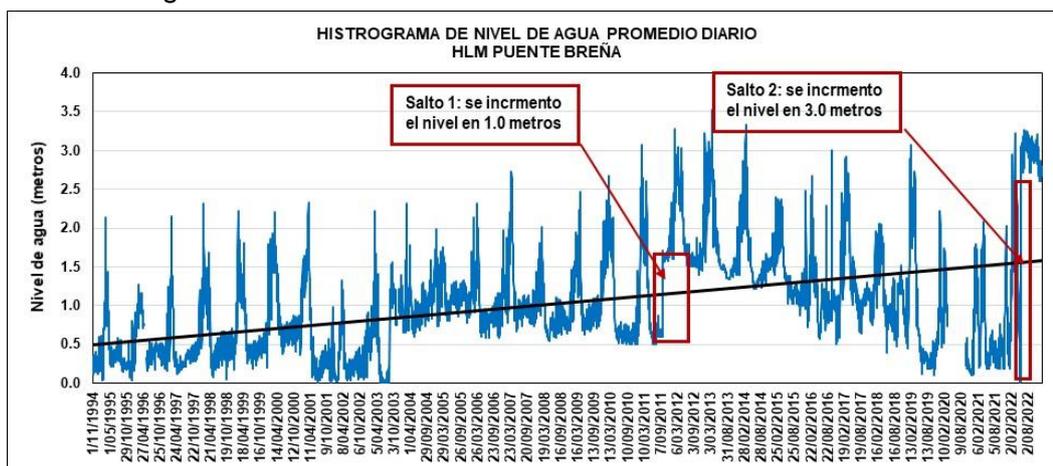


Figura 2: Histograma de nivel de agua diario - HLM Puenete Breña- periodo 1996 – 2022.

### HLM río Cunas

La estación hidrométrica, se encontraba instalada en el río del mismo nombre, opero entre 1995 a 2008, donde se registraba el nivel de agua del río Cunas afluente del río Mantaro, curso importante porque en su cuenca se desarrolla un valle principal proveedor de alimentos a la ciudad de Lima.

La estación Río Cunas, desde 2008 encuentra en condición de **clausurada**, sin embargo en una sección cercana se realiza aforos.

Debido a su importancia resulta necesario evaluar la rehabilitación de este antiguo punto de control hidrométrico.

- b) Cuenca del río Perené: abarca parte de la sierra de Junín y la selva central, así como parte del departamento de Pasco. Las provincias que abarcan son: Pasco y Oxapampa (departamento de Pasco) y, las provincias de Tarma, Junín, Jauja, Concepción, Huancayo, Satipo y Chanchamayo (departamento de Junín).

Los principales afluentes al río Perené son; Chanchamayo, Paucartambo Huatziriqui, Ubiriqui, Osa, Ipoqui, Auziqui, Pangoa entre otros; del mismo modo el río Perené confluye en el río Ene en el centro poblado Puerto Prado para formar el río Tambo, aguas el Tambo se une con el Urubamba para formar el río Ucayali.

En base al SIEM (Tabla 14), el registro de datos de nivel de agua en la cuenca se inicia en 1995, con la estación Perené y, en 1996 se incorporó la estación Río Tulumayo.

#### HLM Perené

Punto de control, que se ubica en el distrito de Pichanaquí (Chanchamayo), cuenta con un registro histórico de nivel de agua entre 1995 y 2018, con ausencia de datos en los años 2010 y 2015.

Como ya se mencionó, la estación colapso el 29 diciembre 2012, a partir de dicha fecha, la lectura del nivel de agua, se realiza en base a un nivel de referencia hasta el 2018, que dejó de funcionar.

La estación se encuentra en situación de paralizada, siendo necesario llevar a cabo su rehabilitación.

#### HLM río Tulumayo

La estación Río Tulumayo, viene funcionando a la fecha, cuenta con observador, pero viene operando en una sección con elevada pendiente y turbulencia, taludes de las márgenes con pendiente mayores a 45°, a ello se incluye la construcción de un puente en la sección transversal, que ha alterado el cauce, características que hacen que la sección no sea la adecuada para el funcionamiento de una estación hidrológica.

La infraestructura se encuentra en mal estado de conservación.

Se sugiere ubicar una nueva sección para el funcionamiento de la estación hidrológica, así como instalar una estación convencional y una automática, así como una estructura de aforo.

## V. RESULTADOS Y PLANTEAMIENTO DE OPTIMIZACIÓN

Perú, es uno de los países latinoamericanos que cuenta con una Institución gubernamental que administra y sostiene la producción y tratamiento de información hidroclimática a través de la operación de una red hidrometeorológica de carácter nacional, la cual mediante protocolos y estándares oficiales garantiza la homogeneidad de la información.

Las redes hidrométricas tienen gran importancia en la evaluación de los recursos hídricos disponibles, al permitir dimensionar cualquier tipo de infraestructura hidráulica, asimismo permite evaluar y analizar el régimen hídrico de un curso de agua donde se pueda detectar eventos anómalos y, apoyar la toma de decisiones en marco de la gestión de riesgos de desastres.

En la optimización de la red hidrométrica y/o hidrológica se debe incorporar diversas variables como: entorno físico, geográfica, hidrología, sociales, económica, culturales entre otras, que bien son complicadas de cuantificar o son limitadas con la obtención de datos; bajo esta premisa, el presente documento se basa en un criterio principalmente técnico y espacial de ubicación óptima de estaciones.

En el presente trabajo, se propone una configuración de red hidrométrica con el mínimo número de estaciones para contar con una red que evite deficiencias graves en el desarrollo y gestión de los recursos hídricos, monitoreo hidrológico, apoyo a la gestión de riesgo desastres y toma de decisiones, a una escala proporcionada al grado de desarrollo económica y, a las necesidades medioambientales del país y/o zona de interés.

### 5.1 Valores mínimos de estaciones hidrológicas - OMM en la Guía de Prácticas Hidrológicas N°168

La OMM en su Guía de Prácticas Hidrológicas N°168, recomienda valores mínimos de estaciones hidrológicas, tal como se muestra en la **Tabla 15**.

**Tabla 15: Densidades mínimas (km<sup>2</sup> por estación)**

Unidad Fisiográfica	Precipitación		Evaporación	Caudal	Sedimentos	Calidad del agua
	No registradores	Registradores				
Costa	900	9 000	50 000	2 750	18 300	55 000
Montaña	250	2 500	50 000	1 000	6 700	20 000
Llanuras Interiores	575	5 750	5 000	1 875	12 500	37 500
Montañoso/Ondulado	575	5 750	50 000	1 975	12 500	47 500
Islas pequeñas	25	250	50 000	300	2 000	6 000
Áreas Urbanas	-	10 - 20	-	-	-	-
Regiones desérticas	10 000	100 000	100 000	20 000	200 00	200 000

Fuente: OMM - Guía de Prácticas Hidrológicas 168 vol. I.

De acuerdo a la metodología recomendada por OMM, en cada de las Unidades hidrográficas involucradas en el estudio, el número de estaciones se detalla en la **Tabla 16**, donde se ha obtenido que para toda el área de estudio, es necesario 137 estaciones, pero también se aprecia que cuatro unidades no requieren estación alguna, eso debido al espacio que ocupan, como es el caso de: Intercuenca 44419, Intercuenca 49959, Cuenca Anapati y Cuenca Poyeni

**Tabla 16: N° de estaciones mínimas según unidad hidrográfica**

N°	Unidad Hidrográfica	Área (km <sup>2</sup> )	Densidad (Estación km <sup>2</sup> )	N° Estaciones
1	Intercuenca Medio Bajo Huallaga	8926,00	1875,0	5
2	Intercuenca Medio Huallaga	2133,29	1875,0	1
3	Intercuenca Medio Alto Huallaga	5064,00	1875,0	3
4	Intercuenca Alto Huallaga	30276,00	1875,0	16
5	Cuenca Mayo	9722,00	1875,0	5
6	Cuenca Biavo	7111,00	1875,0	4
7	Cuenca Huayabamba	13801,02	1875,0	7
8	Cuenca Mantaro	34363,00	1875,0	18
9	Cuenca Perene	18254,00	1875,0	10
10	Cuenca Aguaytía	11293,00	1875,0	6
11	Cuenca Pachitea	28496,00	1875,0	15
12	Cuenca Tamaya	14041,93	1875,0	7
13	Intercuenca Medio Bajo Ucayali	21806,00	1875,0	12
14	Intercuenca Alto Yurua	9010,40	1875,0	5
15	Cuenca Tarau	2547,28	1875,0	1
16	Cuenca Alto Purus	17940,55	1875,0	10
17	Intercuenca 49917	1359500	1875,0	7
18	Intercuenca 49919	572,95	1875,0	0
19	Intercuenca 49951	2005,12	1875,0	1
20	Intercuenca 49953	2005,12	1875,0	1
21	Intercuenca 49955	3857,39	1875,0	2
22	Intercuenca 49959	968,93	1875,0	0
23	Cuenca Anapati	1545,58	1875,0	0
24	Cuenca Poyeni	660,41	1875,0	0
25	Cuenca Cutiverini	3033,61	1875,0	1
<b>TOTAL ESTACIONES</b>				<b>137</b>

Considerando que el objetivo de una red hidrológica, es obtener información sobre la disponibilidad, distribución geográfica y variabilidad en el tiempo de los recursos hídricos superficiales, sin embargo conseguir un número mínimo de estaciones está fuertemente determinado por actores locales, porque en cursos de agua menor pero de gran importancia económica, la deficiencia de una red hidrológica se hace notar.

Sin embargo la recomendación de la OMM, es un gran avance especialmente en zonas o regiones donde las redes hidrológicas no han crecido o expandido de acuerdo a las necesidades de la información de la población.

## 5.2 Aplicación de Análisis Multicriterio (MCA)

En el **Anexo 2**, se detalla los puntos, los cuales fueron extraídos del Servicio de: “Asistencia Técnica en Hidrología para un Estudio de Optimización de la red hidrológica del Perú”, donde para las cuencas involucradas se tiene 154 puntos, a los cuales se aplicó el MCA, asimismo en la **Tabla 17** se detalla el número total por unidad hidrográfica. Al aplicar el MCA, mediante la ecuación:

$$MCA = 0.2456 * C1 + 0.2982 * C2 + 0.4561 * C3$$

Donde:

C1: Accesibilidad

C2: Seguridad

C3: Utilidad de la estación

En la **Tabla 17**, se resume los resultados obtenidos del número de estaciones necesarias en cada unidad hidrográfica, haciendo un total para toda el área de estudio de 93 puntos de control hidrométrico; en la tabla citada, se aprecia que en algunas de ellas no es necesario una estación hidrométrica, esto debido al criterio de acceso, el cual es fundamental para la adecuada instalación y, mantenimiento continuo; asimismo ante la escasa población, la información que se pudiera generar en dicho punto no sería de mucha utilidad.

**Tabla 17: N° de estaciones en cada unidad hidrográfica**

N°	Unidad Hidrográfica	Área (km <sup>2</sup> )	Población	N° Estaciones Karaziev	N° Estaciones MCA
1	Intercuenca Medio Bajo Huallaga	8926,00	59,566	7	3
2	Intercuenca Medio Huallaga	2133,29	46,819	4	4
3	Intercuenca Medio Alto Huallaga	5064,00	151,139	5	5
4	Intercuenca Alto Huallaga	30276,00	766,231	16	16
5	Cuenca Mayo	9722,00	491,480	10	8
6	Cuenca Biavo	7111,00	23,490	3	3
7	Cuenca Huayabamba	13801,02	48,501	12	8
8	Cuenca Mantaro	34363,00	1,568.128	10	10
9	Cuenca Perene	18254,00	490,864	5	5
10	Cuenca Aguaytia	11293,00	80,223	12	7
11	Cuenca Pachitea	28496,00	118,922	12	11
12	Cuenca Tamaya	14041,93	4119	8	0
13	Intercuenca Medio Bajo Ucayali	21806,00	38,491	11	3
14	Intercuenca Alto Yurua	9010,40	2095	5	0
15	Cuenca Tarau	2547,28	127	1	0
16	Cuenca Alto Purús	17940,55	3346	10	0
17	Intercuenca 49917	13595,00	384,878	4	3
18	Intercuenca 49919	572,95	6,157	2	0
19	Intercuenca 49951	2005,12	22168	3	0
20	Intercuenca 49953	2005,12	5904	4	3
21	Intercuenca 49955	3857,39	14357	4	2
22	Intercuenca 49959	968,93	7708	3	2
23	Cuenca Anapati	1545,58	6954	0	0
24	Cuenca Poyeni	660,41	1,610	2	0
25	Cuenca Cutiverini	3033,61	3450	1	1
<b>TOTAL ESTACIONES</b>				<b>154</b>	<b>94</b>

Fuente: Unidad Hidrográfica, Área y Población, SNIR, (<https://snirh.ana.gob.pe/VisorPorCuenca/>)

Las unidades hidrográficas donde se ha obtenido un valor de cero, se tiene un acceso bastante difícil, el cual se realiza solo vía fluvial, asimismo la escasa población existente en la zona hace que la información que se pueda generar podría no ser muy útil.

La Intercuenca 49919 y cuenca Tamaya se ubican sobre la provincia de Coronel Portillo con su capital Pucallpa, en la primera de ellas se tiene como resultado uno que abarca mayormente el distrito de Masisea, en la segunda, se tiene como resultado cero estaciones, zona donde se ubica la zona reservada “Parque Nacional Sierra del Divisor” donde el acceso es solo fluvial y con escasa población y dispersa. Asimismo la cuencas Alto Yurua, Alto Purús y Tarau su aguas drenan hacia territorio Brasileño y no tienen impacto sobre territorio nacional además de la escasa y dispersa población.

Las cuencas Anapati y Poyeni, que se localizan en la provincia de Satipo, son Unidades Hidrográficas pequeñas con escasas actividades económicas, sin embargo las ilegales tienen una mayor presencia.

Asimismo, se tiene otras Unidades Hidrográficas, donde se ha obtenido puntos de control hidrométrico (49953, 49955 y 49959), sin embargo la escasa población en la zona, conlleva a un análisis insitu para la obtención de información local (acceso, ubicación de la población, condiciones hidrológicas e hidráulicas de la sección del río, necesidad de información, desarrollo socio económico, etc.), que permita priorizar la instalación de estaciones.

### 5.3 Planteamiento de la optimización.

Los servicios climáticos son esenciales para la, optimización de la toma de decisiones, adaptación al cambio climático y variabilidad climática, que ayuden a los diversos sectores susceptibles a peligros se encuentren preparados y respondan oportunamente a los mismos, asimismo vienen mejorando la disponibilidad, acceso y calidad de la información para los diferentes sectores, sin embargo aún se tiene dificultad ante el escaso conocimiento de las ventajas y limitaciones de los datos climáticos.

Los resultados de la optimización para cada una de las unidades hidrográficas del área de estudio, se muestran en la **Tablas 18 y 19**, considerando que al aplicar MCA se obtiene el número óptimo de estaciones; sin embargo es necesario resaltar que la ubicación o la selección del lugar depende de factores locales (tramo de río con condiciones hidrológicas e hidráulicas adecuadas, área de libre disponibilidad, interés de la población, etc.); por lo tanto, se debe priorizar o intervenir en aquellas cuencas, donde la instalación de una estación hidrológica tenga mayores beneficios para la población, es decir donde la información que se genere en dicha estación, pueda ser de utilidad a los diversos sectores productivos de la región, asimismo contribuye a reducir o mitigar los efectos de los eventos hidrometeorológicos extremos, por ello, es conveniente priorizar unidades hidrográficas con mayor número de habitantes, por lo tanto la información y/o servicio que se brinde responda a las necesidades de la sociedad.

En la **Tabla 18**, se describe aquellas cuencas, donde se concentra mayores actividades socio económico y población, donde la presencia de eventos hidrometeorológicos extremos (cambio climático, incremento de frecuencia de inundaciones y sequías, etc.) tiene mayor impacto, asimismo los datos que se recopile de una estación, debe ser útiles para más de una finalidad, maximizando el recojo de información contribuyendo a un mayor impacto económico.

De las 25 unidades hidrográficas involucradas en el estudio, se ha priorizado 13 de ellas, especialmente aquellas que tienen un mayor desarrollo, como las cuencas de los ríos Huallaga, Mantaro, Perene, Pachitea, Medio Bajo Ucayali e Intercuenca 49917 (Pucallpa) y otras, donde actividades como agricultura, ganadería, generación de energía eléctrica, construcción requieren de información climática (monitoreo y pronóstico hidrológico) para su proceso desarrollo, crecimiento y expansión, además de contar con vías de comunicación adecuadas y, considerando que la zona de estudio está referida mayormente a la hidrología amazónica que por sus características propias como: distancia, dificultad de acceso, etc., los estudios e investigaciones son escasos, motivos que conllevan a priorizar unidades de intervención.

De acuerdo al MCA, el número óptimo total de estaciones en las unidades geográficas del ámbito de estudio, es de 85, pero SENAMHI tiene una red hidrológica que debe ser involucrada, así como de otros operadores que permita la articulación y conlleve a un **Sistema Nacional de monitoreo**, donde se sostenga la producción, tratamiento y análisis de la información hidrológica a través de la operación de una red óptima con características estándar que garantice la homogeneidad de la información.

**Tabla 18: Cantidad de estaciones por unidad hidrográfica priorizadas**

Nº	Unidad Hidrográfica	Área (km <sup>2</sup> )	Población	Nº Estaciones OMM	Nº Estaciones Karaziev	Nº Estaciones MCA
1	Intercuenca Medio Bajo Huallaga	8926,00	59,566	5	7	3
2	Intercuenca Medio Huallaga	2133,29	46,819	1	4	4
3	Intercuenca Medio Alto Huallaga	5064,00	151,139	3	5	5
4	Intercuenca Alto Huallaga	30276,00	766,231	16	16	15
5	Cuenca Mayo	9722,00	491,480	5	10	8
6	Cuenca Biavo	7111,00	23,490	4	3	3
7	Cuenca Huayabamba	13801,02	48,501	7	12	8
8	Cuenca Mantaro	34363,00	1,568.128	18	10	10
9	Cuenca Perene	18254,00	490,864	10	5	5
10	Cuenca Aguaytia	11293,00	80,223	6	12	7
11	Cuenca Pachitea	28496,00	118,922	15	12	11
12	Intercuenca Medio Bajo Ucayali	21806,00	38,491	12	11	3
13	Intercuenca 49917	13595,00	384,878	7	4	3
	<b>TOTAL ESTACIONES</b>			<b>109</b>	<b>111</b>	<b>85</b>

## 5.4 Mejoramiento de la red existente

La implementación de una red hidrológica, tiene como objetivo general obtener datos para el conocimiento del ciclo hidrológico, pero su ampliación y/o rediseño debe reflejar las condiciones físicoclimáticas y socioeconómicas reales, además que es sujeta a variables como presupuesto y otros, por eso, debe partir de un diseño existente o ulterior, así como del servicio que desea brindar.

De acuerdo a ello, es conveniente mejorar la red hidrológica existente en cuanto a infraestructura, equipamiento moderno, incremento del número estaciones de mediciones de caudal, mantenimiento continuo, etc.

En diez (10) de las unidades hidrográficas priorizadas, SENAMHI cuenta con al menos una estación hidrológica, tal como se muestra en la Tabla 19, las mismas que requieren mejorar su infraestructura, modernizar su equipamiento.

**Tabla 19: Estaciones Senamhi por unidad hidrográfica priorizada**

N°	Unidad Hidrográfica	Area Km2	OMM - N° Estaciones	N° ESTACIONES Karaziev	N° ESTACIONES MCA	Estaciones SENAMHI			
						N°	Estación	Observaciones	DZ
1	Medio Bajo Huallaga	8926.00	5	7	3	1	HLM Chazuta	Reubicar, rehabilitar y automatizar	
2	Medio Huallaga	2133.29	1	4	4	3	HLM Picota	Automatizar	9
							HLG Shamboyacu	Reubicar, rehabilitar y automatizar	
							HLM Sauce	Evaluar su rehabilitación	
3	Medio Alto Huallaga	5064.00	3	5	5	0	Ninguna	Ninguna	
4	Alto Huallaga	30276.00	16	15	15	9	HLM San Rafael	Mejorar infraestructura	10
							HLM Higueras	Automatizar	
							HLM/EHA Taruca	Mantenimiento continuo	
							HLM/EHA Chinchavito		
							HLM/EHA Puente Perez		
							HLM/EHMA Tingo María		
							HLM/EHA Puente Bella		
HLM/EHA Tocache									
HLM/EHMA Campanilla	Reubicar, rehabilitar y automatizar								
5	Mayo	9722.00	5	10	8	2	HLM/EHA Shanao	Mejorar infraestructura y, modernizar equipamiento automatico	9
							HLM Cumbaza	Mejorar infraestructura	
6	Huayabamba	13801.02	7	12	8	1	HLM/EHA Huayabamba	Mantenimiento continuo	
7	Biavo	7111.00	4	3	3	1	HLM Biavo		
8	Mantaro	34363.00	18	10	10	2	HLM Shulcas	Mejorar infraestructura y, automatizar	11
							HLM Puente Breña		
9	Perene	18254.00	10	5	5	2	HLM Perene	Reubicar, rehabilitar y automatizar	
							HLM Tulumayo		
10	Pachitea	28496.00	15	12	11	1	HLM Puerto Inca		10
11	Aguaytia	11293.00	6	12	7	2	HLM Aguaytia	Mejorar infraestructura y, automatizar	10
							HLM San Alejandro		
12	Intercuencia 49917	13595.00	7	4	3	0	Ninguna	Ninguna	
13	Medio Bajo Ucayali	21806.00	12	12	3	0	Ninguna	Ninguna	
<b>Total</b>			<b>109</b>	<b>111</b>	<b>85</b>	<b>24</b>			

En base ítem 4.1 Evaluación del equipamiento e infraestructura existente, es necesario reubicar, rehabilitar y modernizar las estaciones: HLM Chazuta (Medio Bajo Huallaga), HLM/EHA Campanilla (Alto Huallaga), HLM Shamboyacu (Medio Huallaga) y, HLM

Tulumayo (Perené); otras como HLM Biavo, HLM/EHA Shanao, HLM Perene, HLM Puente Breña, HLM Aguaytía, HLM San Alejandro se debe mejorar su infraestructura y modernizar su equipamiento. En la **Tabla 19**, se muestra las mejoras que deben realizarse a la red hidrológica en el ámbito de estudio.

En el caso de la estación hidrológica Laguna Sauce, ubicada en el Medio Huallaga, no se ha evidenciado interés local, para que se continúe con los registros de nivel de agua, motivo por el cual no se incluye en este ítem.

### 5.5 Brecha de estaciones e implementación de nuevos puntos de control hidrométrico

Para encontrar la brecha, previamente tendrá que realizarse el mejoramiento de la red existente del SENAMHI, donde todas las estaciones se encuentren operando adecuadamente, para luego continuar con la integración de redes de observaciones de otros operadores en una sola red de monitoreo.

En las Unidades hidrográficas del ámbito de la zona de estudio, se ha identificado redes hidrológicas operadas por otras Instituciones como es el caso de ANA y ELECTROPERU, con objetivos específicos para las funciones propias de dichas entidades.

En el caso de ANA, se ha identificado nueve (09) estaciones hidrológicas en la cuenca del río Mayo, una (01) en la cuenca del río Pachitea e Intercuenca 49917, en el caso de ELECTROPERU trece (13) estaciones en la cuenca del río Mantaro.

**Tabla 20: Estaciones Hidrológicas existentes y brecha por Unidad Hidrográfica**

Nº	Unidad Hidrográfica	Área (km <sup>2</sup> )	Nº Estaciones MCA	Estaciones Entidades			TOTAL	DEFICIT
				SENAMHI	ELECTRO PERU	ANA		
1	Intercuenca Medio Bajo Huallaga	8926,00	3	1	-	-	1	2
2	Intercuenca Medio Huallaga	2133,29	4	3	-	-	3	1
3	Intecuenca Medio Alto Huallaga	5064,00	5	0	-	-	0	5
4	Intercuenca Alto Huallaga	30276,00	15	9	-	-	9	6
5	Cuenca Mayo	9722,00	8	2	-	9	11	-
6	Cuenca Biavo	7111,00	3	1	-	-	1	2
7	Cuenca Huayabamba	13801,02	8	1	-	-	1	7
8	Cuenca Mantaro	34363,00	10	2	13	6	21	-
9	Cuenca Perene	18254,00	5	2	-	-	2	3
10	Cuenca Aguaytía	11293,00	7	1	-	1	2	5
11	Cuenca Pachitea	28496,00	11	2	-	-	2	9
12	Intercuenca Medio Bajo Ucayali	21806,00	3	0	-	1	1	2
13	Intercuenca 49917	13595,00	3	0	-	-	0	3
<b>TOTAL ESTACIONES</b>			<b>85</b>	<b>24</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>54</b>	<b>45</b>

- SENAMHI, se ha considerado las estaciones paralizadas.

Sin embargo con fines de optimización, estas deben ser integradas a la red de monitoreo nacional; por lo tanto la brecha de estaciones será la suma de estaciones hidrológicas

existentes en cada una de las unidades hidrográficas menos el número de estaciones obtenidas de la aplicación del MCA, tal como se muestra en la **Tabla 20**; donde se aprecia la existencia de un déficit de cuarenta cinco (45) estaciones hidrológicas y, en las cuencas del Mayo y Mantaro no se tiene déficit, sin embargo es necesario evaluar las estaciones de otras Instituciones para conocer cuál el estado de las mismas y, cuáles serán de utilidad para nuestras funciones e integrarlas a la red nacional del SENAMHI. Por lo que este resultado podría variar en la evaluación o podría pasar por decisión Institucional que el SENAMHI descarte dicha integración, caso en el cual el déficit sería de 61 estaciones previa incorporación de las estaciones paralizadas.

Para la instalación de nuevos puntos de control hidrométrico es necesario identificar el espacio adecuado, siendo necesario realizar el trabajo de campo para establecer dichos lugares que reúnan las condiciones y características necesarias para la ubicación de una estación hidrológica.

En el ámbito del departamento de San Martín, se ha identificado algunos posible lugares que reúnen las características para ubicar una estación hidrológica e involucrarla en el monitoreo hidrológico, tal se muestra en la **Tabla 21**.

**Tabla 21: Posibles lugares para la ubicación de nuevos puntos de control hidrométrico**

Nº	Unidad Hidrográfica	Ubicación Política			Ubicación Geográfica			Rio	Detalles
		Dpto.	Prov,	Distrito	Latitud	Longitud	Altitud		
1	Intercuenca Medio Alto Huallaga	San Martín	El Dorado	San Martín de Alao	6,310954	76,443507	380	Sisa	H - Jr Comercio y Jr Porvenir
2			Huallaga	Alto Saposoa	6,517525	76,48025	289	Saposoa	Pte. Peatonal Taparaya - Chorrillos
3	Intercuenca Alto Huallaga	San Martín	Tocache	Uchiza	8,482911	76,463306	570	Chontayacu	Pte. San Francisco
4	Cuenca Mantaro	Junín	Chupaca	Chupaca	12,05444	75,283611	3240	Cunas	Antigua HLM Cunas

Asimismo, se sugiere en la cuenca del Mantaro, el lugar donde funciono la antigua HLM Río Cunas, sección en la cual a la fecha se realizan aforos de caudal.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- El trabajo, pretende dotar de un documento técnico que oriente el desarrollo de la red hidrológica, en función a la demanda de información; a fin de atender la necesidad de cubrir mayores espacios geográficos, frecuencia de los fenómenos meteorológicos, asistencia a la agricultura y otros sectores productivos, conservación de sus recursos naturales, zonas de riesgo, diversidad climatológica, estudio e investigación sobre cambio climático; así como otras necesidades.
- SENAMHI, en el área de estudio, cuenta con una red hidrológica compuesta por 24 estaciones, de las cuales veinte (20) se encuentran funcionando y, cuatro (04) paralizadas. De las operativas doce (12) son tipo convencional y, ocho (08) automáticas, siendo la Dirección Zonal 10, la cuenta con un mayor número de estaciones.
- Las estaciones paralizadas: HLM/EHA Campanilla, HLM Laguna Sauce y HLM Chazuta en el ámbito de la DZ 09 y, HLM Perene en la DZ11; las demás estaciones se encuentran funcionando y operando, sin embargo algunas de ellas presentan problemas en su infraestructura, así como deficiencias en el mantenimiento de los componentes que la conforman. Asimismo es necesario que a nivel local se evalúe la rehabilitación y continuidad operativa de la HLM Laguna Sauce (San Martín).
- La DZ 09 (San Martín), tiene un ratio de una (01) estación cada 5 700 km<sup>2</sup>; en la DZ10 (Huánuco y Ucayali), es de una (01) cada 12 660 km<sup>2</sup> y; en la DZ11 (Junín, Pasco) se tiene una estación cada 17 412 km<sup>2</sup>, valores muy debajo del mínimo requerido por la OMM de una estación cada 1875 km<sup>2</sup>.
- Se ha encontrado inconsistencias en la data histórica de nivel de agua de las estaciones EHA/HLM Puente Pérez (DZ10) donde los valores de la estación automática son inferiores a los de la escala limnimétrica y, en la HLM Puente Breña donde se ha encontrado dos saltos significativos entre setiembre y octubre del 2011, así como en mayo del 2022.
- De acuerdo a la metodología de la OMM, en el área de estudio se debe tener 109 estaciones hidrológicas, sin embargo; mediante el proceso de optimización con Karaziev se obtiene un valor de 111 estaciones y, al aplicar un análisis multicriterio, el número es de 85 estaciones en las cuencas priorizadas.
- El criterio de Karaziev es un proceso teórico (ideal); al cual se aplicó el análisis multicriterio (MCA), que está basado en puntuaciones y, en la selección de preferencias de la persona o personas que forman parte del juicio de valor, habiéndose considerado los criterios de accesibilidad, utilidad y seguridad.

- El Análisis Multicriterio es una metodología de apoyo a la toma de decisiones técnica que se caracteriza por la capacidad de manejar problemas de toma de decisiones donde se tiene múltiples objetivos, criterios, participante y alternativas y, en el caso de la aplicación en redes hidrológicas permite introducir variables socio económicas en la identificación de lugares donde instalar puntos de control hidrológico.
- Si, SENAMHI rehabilita y pone en funcionamiento las estaciones paralizadas, el área de estudio contaría con 24 estaciones hidrológicas operativas, con las cuales el déficit sería de 61 estaciones, si incorporamos estaciones de otras Instituciones como ELECTROPERU y ANA, el déficit estaría en 45 estaciones.
- Se observado un escaso programa de mantenimiento en estaciones convencionales y automáticas, escasos de repuestos especialmente de componentes electrónicos, además no se cuenta con protocolos y/o guías para esta labores.

## 6.2 Recomendaciones

- La ubicación y/o localización de sitios adecuados para la instalación de estaciones hidrológicas es una tarea de gestión de la red, sin embargo la visita de campo deben ser ejecutadas por equipo/s multidisciplinarios, donde se evalué lugares que reúnan condiciones y características necesarias para la ubicación de una estación, diferentes tipos de instalación, equipos a utilizar además de las condiciones de escurrimiento del río principal como de la cuenca.
- Realizar gestión y/o acuerdos Interinstitucionales para incorporar redes hidrológicas de otros operadores (ELECTROPERU, ANA) para minimizar el déficit de estaciones en el área de estudio.
- Mejorar el programa de mantenimiento de las estaciones, así como elaborar un manual o guía de mantenimiento de estaciones hidrológicas convencionales y/o automáticas.
- Realizar el consistenciado y corregir la data histórica de nivel de agua de las estaciones EHA/HLM Puente Pérez y, de la HLM Puente Breña.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Avilés H, Noelia, 2022 Guía de evaluación y plan de mejora de la red de estaciones hidrometeorológicas de las cuencas Chira y Piura (Tesis Ingeniero Civil).
- Banco Mundial, USAID, 2015 “Valor del tiempo: evaluación económica de los servicios meteorológicos e hidrológicos”
- Collado, J & Toledo V, 1997, Localización Óptima de estaciones climatológicas y observatorios meteorológicos en la República Mexicana.
- Consejo Nacional del Ambiente (CONAM). (2005e). Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de adaptación en la cuenca del río Mantaro. Volumen III. Serie Cambio Climático. Lima: CONAM.
- Clavijo A. Héctor; Peñaherrera V. C; 2013, Diseño de una red de estaciones meteorológicas e hidrológicas para previsión de crecidas e inundaciones, en las subcuencas de los ríos Chone, Portoviejo, Bulu – Bulu y Chongon (Tesis Ingeniero Civil mención en Hidráulica).
- Efraín A. Domínguez C., Raúl Niño R. & Nelsy Verdugo R, 2006, Aplicación de los criterios de optimización de Karasiov a la red hidrológica colombiana.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=145017291001>
- Elisabeth Lictevout and Martin Gocht, 2017, Diseño de redes hidrométricas en zonas hiperáridas: ejemplo del desierto de Atacama (norte de Chile).  
[https://www.researchgate.net/publication/320948875\\_Hydrometric\\_network\\_design\\_in\\_hyper-arid\\_areas\\_example\\_of\\_Atacama\\_Desert\\_North\\_Chile](https://www.researchgate.net/publication/320948875_Hydrometric_network_design_in_hyper-arid_areas_example_of_Atacama_Desert_North_Chile)
- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (2020). World Disasters Report 2020. IFRC. <https://media.ifrc.org/ifrc/world-disaster-report-2020-2020->
- Haltas, I., Yildirim, E., Oztas, F., & Demir, I. (2021). A comprehensive flood event specification and inventory: 1930–2020 Turkey case study. International Journal of Disaster Risk Reduction, 56, 102086.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420921000522>
- IDEAM, 2017, Diseño de la red hidrometeorológica nacional: lineamientos generales para el diseño de redes hidroclimatológicas a nivel nacional, siguiendo las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial -OMM.
- Inter-American Development Bank, November 2014, “Disaster Risk Reduction”, New York Avenue, N.W. Washington, D.C. 20577
- Maco, G, J, 2003, Estudio Temático – Hidrología para la zonificación ecológica económica de San Martín.
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), 2023 “Informe de Actualización de Proyecciones Macroeconómicas 2023-2026”, Lima Perú, 2023

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), 2010, “Sistema Nacional de Inversión Pública y cambio climático. Una estimación de los costos y los beneficios de implementar medidas de reducción del riesgo”, Lima, Perú 2010

Organización Meteorológica Mundial (Edic 2008, actualizada 2020), Guía de Prácticas Hidrológicas – OMM N°168 – Volumen I: Hidrología – De la medición a la información hidrológica.

SENAMHI, 2015, Beneficios socioeconómicos de los servicios climáticos: estudio de caso maíz y café en Cusco – Perú.

SENAMHI, 2017, Atlas de Zonas de Vida – Nota Técnica N°3 – Guía Explicativa.

SENAMHI, 2018, Asistencia técnica en hidrología para un estudio de optimización de la red hidrológica del Perú

SENAMHI, 2020, Mapa de Clasificación Climática del Perú.

SENAMHI-DHI, 2022, “Diagnostico de la red nacional con fines de optimización y vigilancia y pronóstico hidrológico 2022.

### Anexo 1: Datos de nivel de agua diario y diferencia de nivel diario EHA/HLM Puente Pérez

AÑO	DÍA	MES	EHA PUEBLO PEREZ					HLM PUEBLO PEREZ					Valor HLM - VALOR EHA									
			HORAS				MAX	MIN	PROM	HORAS				MAX	MIN	PROM	6	10	14	18	PROM	
			6	10	14	18				6	10	14	18									
2023	1	ENERO	1.18	1.11	1.36	1.47	1.47	1.11	1.28	1.50	1.40	1.40	1.50	1.50	1.40	1.45	0.32	0.29	0.04	0.03	0.17	
2023	2		1.19	1.14	1.15	1.13	1.19	1.13	1.15	1.40	1.55	1.55	1.50	1.55	1.40	1.50	0.21	0.41	0.40	0.37	0.35	
2023	3		1.11	1.1	1.04	1.02	1.11	1.02	1.07	1.38	1.50	1.50	1.50	1.50	1.38	1.47	0.27	0.40	0.46	0.48	0.40	
2023	4		1.11	1.2	1.11	1.14	1.20	1.11	1.14	1.40	1.45	1.40	1.30	1.45	1.30	1.39	0.29	0.25	0.29	0.16	0.25	
2023	5		0.95	1.25	1.35	1.14	1.35	0.95	1.17	1.50	1.70	1.75	1.75	1.75	1.50	1.68	0.55	0.45	0.40	0.61	0.50	
2023	6		1.26	1.52	1.45	1.38	1.52	1.26	1.40	2.00	1.85	1.85	1.75	2.00	1.75	1.86	0.74	0.33	0.40	0.37	0.46	
2023	7		1.29	1.23	1.2	1.18	1.29	1.18	1.23	1.22	1.20	1.20	1.18	1.22	1.18	1.20	-0.07	-0.03	0.00	0.00	-0.03	
2023	8		1.08	0.92	1.04	1.06	1.08	0.92	1.03	1.15	1.50	1.50	1.30	1.50	1.15	1.36	0.07	0.58	0.46	0.24	0.34	
2023	9		0.9	0.89	1.01	1.07	1.07	0.89	0.97	1.10	1.10	1.00	1.00	1.10	1.00	1.05	0.20	0.21	-0.01	-0.07	0.08	
2023	10		0.87	0.66	1.24	1.09	1.24	0.66	0.97	1.00	1.28	1.50	1.50	1.50	1.00	1.32	0.13	0.62	0.26	0.41	0.36	
2023	11		0.95	0.81	1.15	1.13	1.15	0.81	1.01	0.80	1.00	1.40	1.40	1.40	0.80	1.15	-0.15	0.19	0.25	0.27	0.14	
2023	12		0.74	0.72	0.99	0.85	0.99	0.72	0.83	1.00	1.10	1.10	1.00	1.10	1.00	1.05	0.26	0.38	0.11	0.15	0.23	
2023	13		0.85	0.68	0.88	0.89	0.89	0.68	0.83	1.00	1.05	1.05	1.00	1.05	1.00	1.03	0.15	0.37	0.17	0.11	0.20	
2023	14		0.77	0.64	1.02	0.98	1.02	0.64	0.85	0.80	0.80	1.00	0.78	1.00	0.78	0.85	0.03	0.16	-0.02	-0.20	-0.01	
2023	15		0.69	0.6	0.6	0.59	0.69	0.59	0.62	0.50	0.52	0.52	0.50	0.52	0.50	0.51	-0.19	-0.08	-0.08	-0.09	-0.11	
2023	16		0.59	0.58	0.81	0.81	0.81	0.58	0.70	1.02	1.00	0.98	1.00	1.02	0.98	1.00	0.43	0.42	0.17	0.19	0.30	
2023	17		0.6	0.58	0.9	0.77	0.90	0.58	0.71	1.00	1.00	1.08	1.08	1.08	1.00	1.04	0.40	0.42	0.18	0.31	0.33	
2023	18		0.65	0.65	0.8	0.83	0.83	0.65	0.73	1.02	0.80	0.80	1.00	1.02	0.80	0.91	0.37	0.15	0.00	0.17	0.17	
2023	19		0.67	0.66	0.66	0.83	0.83	0.66	0.71	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	0.80	0.85	0.13	0.14	0.14	0.17	0.15	
2023	20		1.22	1.37	1.35	1.35	1.37	1.22	1.32	1.05	1.70	2.00	1.80	2.00	1.05	1.64	-0.17	0.33	0.65	0.45	0.32	
2023	21		1.24	1.16	1.26	1.16	1.26	1.16	1.21	1.50	1.48	1.48	1.48	1.50	1.48	1.49	0.26	0.32	0.22	0.32	0.28	
2023	22		1.39	1.31	1.24	1.33	1.39	1.24	1.32	1.80	1.88	1.88	1.88	1.88	1.80	1.86	0.41	0.57	0.64	0.55	0.54	
2023	23		1.07	1.01	1.18	1.16	1.18	1.01	1.11	1.58	1.64	1.62	1.60	1.64	1.58	1.61	0.51	0.63	0.44	0.44	0.51	
2023	24		1.07	0.97	1.09	1.14	1.14	0.97	1.07	1.20	1.18	1.40	1.20	1.40	1.18	1.25	0.13	0.21	0.31	0.06	0.18	
2023	25		0.91	0.93	1.09	1.11	1.11	0.91	1.01	1.10	1.30	1.30	1.28	1.30	1.10	1.25	0.19	0.37	0.21	0.17	0.24	
2023	26		0.94	1.26	1.11	1.06	1.26	0.94	1.09	1.50	1.45	1.45	1.40	1.50	1.40	1.45	0.56	0.19	0.34	0.34	0.36	
2023	27		1.03	1.02	1.11	1.12	1.12	1.02	1.07	1.30	1.28	1.30	1.35	1.35	1.28	1.31	0.27	0.26	0.19	0.23	0.24	
2023	28		1.14	1.32	1.97	1.55	1.97	1.14	1.50	1.80	2.40	2.80	2.38	2.80	1.80	2.35	0.66	1.08	0.83	0.83	0.85	
2023	29		1.28	1.29	1.22	1.19	1.29	1.19	1.25	1.58	1.58	1.60	1.60	1.60	1.58	1.59	0.30	0.29	0.38	0.41	0.35	
2023	30		0.94	1.24	1.24	1.16	1.24	0.94	1.15	1.48	1.48	1.48	1.45	1.48	1.45	1.47	0.54	0.24	0.24	0.29	0.33	
2023	31		1.16	1.13	1.16	1.12	1.16	1.12	1.14	1.30	1.30	1.50	1.52	1.52	1.30	1.41	0.14	0.17	0.34	0.40	0.26	
2023	1	FEBRERO	0.99	1.06	1.3	1.39	1.39	0.99	1.19	1.66	1.68	1.70	1.98	1.98	1.66	1.76	0.67	0.62	0.40	0.59	0.57	
2023	2		0.95	1.02	1.17	1.13	1.17	0.95	1.07	1.76	1.75	1.75	1.70	1.76	1.70	1.74	0.81	0.73	0.58	0.57	0.67	
2023	3		1.13	1.01	1.2	1.17	1.20	1.01	1.13	1.68	1.65	1.65	1.60	1.68	1.60	1.65	0.55	0.64	0.45	0.43	0.52	
2023	4		1.1	1.14	1.11	1.13	1.14	1.10	1.12	1.35	1.35	1.50	1.50	1.50	1.35	1.43	0.25	0.21	0.39	0.37	0.31	
2023	5		0.96	0.93	1.06	1.09	1.09	0.93	1.01	1.45	1.40	1.40	1.50	1.50	1.40	1.44	0.49	0.47	0.34	0.41	0.43	
2023	6		1.11	1.77	1.7	1.61	1.77	1.11	1.55	2.30	2.35	2.25	2.20	2.35	2.20	2.28	1.19	0.58	0.55	0.59	0.73	
2023	7		1.33	1.19	1.3	1.16	1.33	1.16	1.25	1.20	1.32	1.35	1.35	1.35	1.20	1.31	-0.13	0.13	0.05	0.19	0.06	
2023	8		1.07	1.07	1.12	1.15	1.15	1.07	1.10	1.30	1.42	1.42	1.40	1.42	1.30	1.39	0.23	0.35	0.30	0.25	0.28	
2023	9		1.08	1.12	1.27	1.29	1.29	1.08	1.19	1.50	1.55	1.58	1.58	1.58	1.50	1.55	0.42	0.43	0.31	0.29	0.36	
2023	10		0.93	1.46	1.67	1.54	1.67	0.93	1.40	1.50	2.00	2.56	2.05	2.56	1.50	2.03	0.57	0.54	0.89	0.51	0.63	
2023	11		1.68	1.57	1.59	1.43	1.68	1.43	1.57	1.78	2.05	2.10	2.00	2.10	1.78	1.98	0.10	0.48	0.51	0.57	0.42	
2023	12		1.87	1.72	1.6	1.55	1.87	1.55	1.69	2.30	2.30	2.15	2.10	2.30	2.10	2.21	0.43	0.58	0.55	0.55	0.53	
2023	13		1.42	1.41	1.42	1.39	1.42	1.39	1.41	1.78	1.75	1.75	1.75	1.78	1.75	1.76	0.36	0.34	0.33	0.36	0.35	
2023	14		1.36	1.39	1.41	1.34	1.41	1.34	1.38	1.77	1.80	1.85	1.85	1.85	1.77	1.82	0.41	0.41	0.44	0.51	0.44	
2023	15		1.38	1.34	1.33		1.38	1.33	1.35	1.80	1.80	2.00	1.80	2.00	1.80	1.85	0.42	0.46	0.67		0.52	
2023	16		1.59		1.27	1.24	1.59	1.24	1.37	1.78	1.80	1.85	1.85	1.85	1.78	1.82	0.19		0.58	0.61	0.46	
2023	17		1.38	1.34	1.3	1.27	1.38	1.27	1.32	2.00	1.90	1.88	1.85	2.00	1.85	1.91	0.62	0.56	0.58	0.58	0.59	
2023	18		1.47	1.46	2	1.83	2.00	1.46	1.69	2.30	2.50	3.00	2.80	3.00	2.30	2.65	0.83	1.04	1.00	0.97	0.96	
2023	19		1.87	1.43	1.74	1.77	1.87	1.43	1.70	1.80	1.80	1.85	1.88	1.88	1.80	1.83	-0.07	0.37	0.11	0.11	0.13	
2023	20		2.07	1.68	1.63	1.51	2.07	1.51	1.72	2.05	2.15	2.28	2.30	2.30	2.05	2.20	-0.02	0.47	0.65	0.79	0.47	
2023	21		1.93	1.95	1.83	1.75	1.95	1.75	1.87	2.15	2.10	2.00	2.00	2.15	2.00	2.06	0.22	0.15	0.17	0.25	0.20	
2023	22		1.61	1.56	1.51	1.26	1.61	1.26	1.49	2.20	2.10	2.00	1.80	2.20	1.80	2.03	0.59	0.54	0.49	0.54	0.54	
2023	23		1.62	1.45	1.21	1.18	1.62	1.18	1.37	1.77	1.80	1.80	1.80	1.80	1.77	1.79	0.15	0.35	0.59	0.62	0.43	
2023	24		1.41	1.47	1.28	1.23	1.47	1.23	1.35	2.00	2.05	2.00	1.98	2.05	1.98	2.01	0.59	0.58	0.72	0.75	0.66	
2023	25		1.46	1.3	1.28	1.29	1.46	1.28	1.33	1.75	1.78	1.75	1.75	1.78	1.75	1.76	0.29	0.48	0.47	0.46	0.43	
2023	26		1.28	1.09	1.31	1.45	1.45	1.09	1.28	1.68	1.70	1.68	1.68	1.70	1.68	1.69	0.40	0.61	0.37	0.23	0.40	
2023	27			1.2	1.11	1.2	1.20	1.11	1.17	1.68	1.68	1.70	1.80	1.80	1.68	1.72		0.48	0.59	0.60	0.56	
2023	28		1.44	1.44	1.57	1.54	1.57	1.44	1.50	1.89	1.89	2.00	2.00	2.00	1.89	1.95	0.45	0.45	0.43	0.46	0.45	
2023	1		MARZO	1.35	1.25	1.19	1.22	1.35	1.19	1.25	1.60	1.60	1.82	1.80	1.82	1.60	1.71	0.25	0.35	0.63	0.58	0.45
2023	2			1.32	1.28	1.24	1.2	1.32	1.20	1.26	1.77	1.75	1.75	1.75	1.77	1.75	1.76	0.45	0.47	0.51	0.55	0.50
2023	3			1.23	1.21	1.47	1.62	1.62	1.21	1.38	1.68	1.65	1.65	1.65	1.68	1.65	1.66	0.45	0.44			

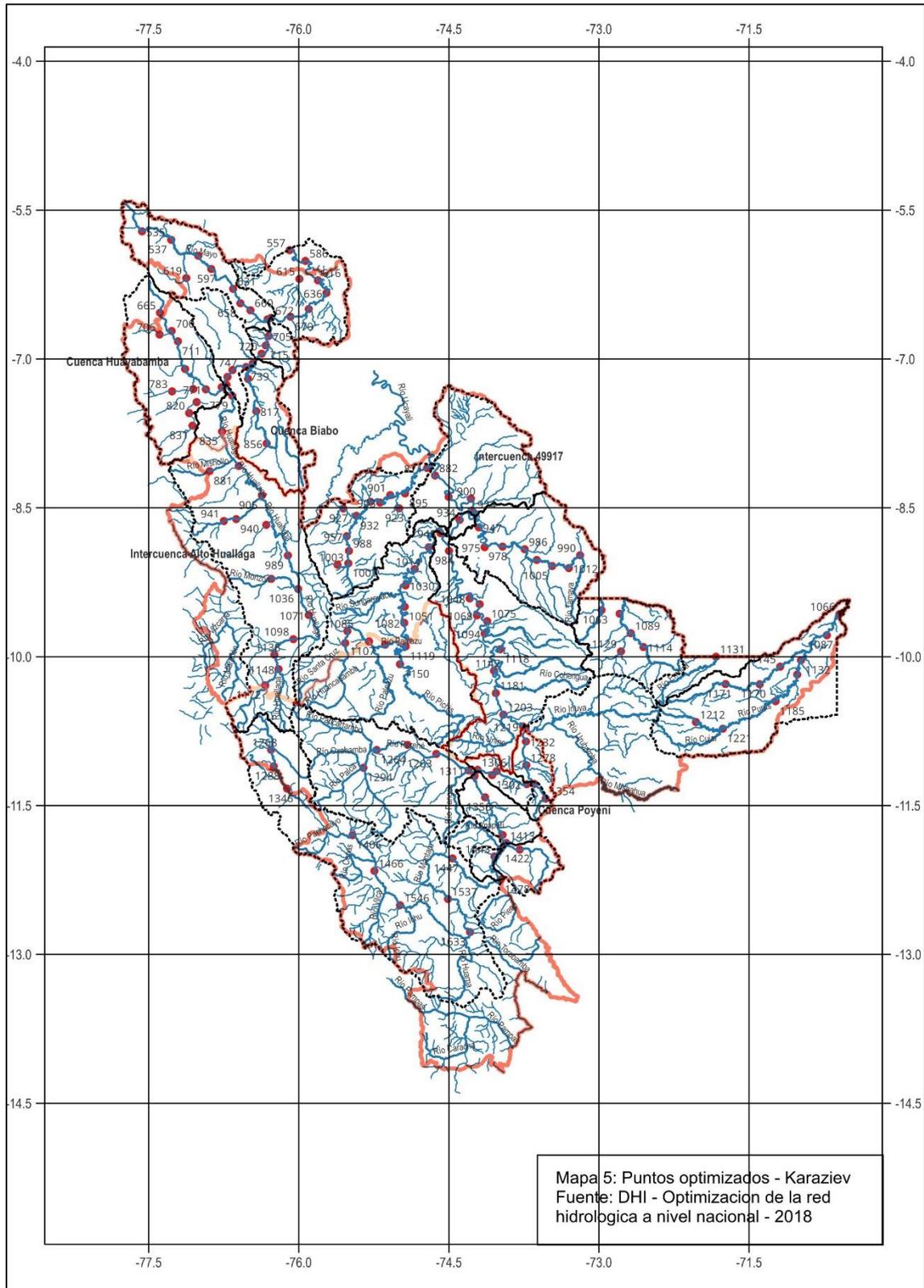
2023 16	MARZO	1.57	1.56	1.38	1.27	1.57	1.27	1.45	2.30	2.35	2.35	2.35	2.35	2.30	2.34	0.73	0.79	0.97	1.08	0.89
2023 17		1.9	1.94	1.84	1.63	1.94	1.63	1.83	2.39	2.40	2.20	2.20	2.40	2.20	2.30	0.49	0.46	0.36	0.57	0.47
2023 18		1.63	1.45	1.78	1.82	1.82	1.45	1.67	2.00	2.15	2.15	2.15	2.15	2.00	2.11	0.37	0.70	0.37	0.33	0.44
2023 19		1.63	1.61	1.59	1.52	1.63	1.52	1.59	2.20	2.35	2.35	2.00	2.35	2.00	2.23	0.57	0.74	0.76	0.48	0.64
2023 20		1.72	1.97	1.78	1.55	1.97	1.55	1.76	2.70	2.70	2.62	2.50	2.70	2.50	2.63	0.98	0.73	0.84	0.95	0.88
2023 21		1.54	1.5	1.3	1.3	1.54	1.30	1.41	2.12	2.10	2.08	2.00	2.12	2.00	2.08	0.58	0.60	0.78	0.70	0.67
2023 22		1.5	1.26	1.14	1.17	1.50	1.14	1.27	2.15	2.15	1.82	1.88	2.15	1.82	2.00	0.65	0.89	0.68	0.71	0.73
2023 23		1.49	1.27	1.21	1.22	1.49	1.21	1.30	2.00	1.70	1.50	1.50	2.00	1.50	1.68	0.51	0.43	0.29	0.28	0.38
2023 24		1.58	1.3	1.23	1.21	1.58	1.21	1.33	1.75	1.60	1.60	1.65	1.75	1.60	1.65	0.17	0.30	0.37	0.44	0.32
2023 25		1.92	1.94	1.77	1.76	1.94	1.76	1.85	1.50	1.54	1.34	1.30	1.54	1.30	1.42	-0.42	-0.40	-0.43	-0.46	-0.43
2023 26		1.71	1.77	1.52	1.53	1.77	1.52	1.63	1.80	1.90	2.00	2.00	2.00	1.80	1.93	0.09	0.13	0.48	0.47	0.29
2023 27		1.77	1.65	1.48	1.4	1.77	1.40	1.58	2.00	2.05	2.00	2.00	2.05	2.00	2.01	0.23	0.40	0.52	0.60	0.44
2023 28		1.91	1.81	1.61	1.52	1.91	1.52	1.71	1.98	1.90	1.88	1.88	1.98	1.88	1.91	0.07	0.09	0.27	0.36	0.20
2023 29		1.53	1.53	1.26	1.25	1.53	1.25	1.39	1.70	1.85	1.85	1.80	1.85	1.70	1.80	0.17	0.32	0.59	0.55	0.41
2023 30	1.57	1.57	1.29	1.21	1.57	1.21	1.41	2.20	2.20	2.18	2.00	2.20	2.00	2.15	0.63	0.63	0.89	0.79	0.74	
2023 31	1.51	1.58	1.48	1.51	1.58	1.48	1.52	2.55	2.60	2.00	2.05	2.60	2.00	2.30	1.04	1.02	0.52	0.54	0.78	
2023 1	ABRIL	1.73	1.81	1.46	1.32	1.81	1.32	1.58	1.70	1.75	1.80	2.10	2.10	1.70	1.84	-0.03	-0.06	0.34	0.78	0.26
2023 2		1.57	1.5	1.21	1.2	1.57	1.20	1.37	2.10	2.25	2.15	2.20	2.25	2.10	2.18	0.53	0.75	0.94	1.00	0.81
2023 3		1.55	1.58	1.48	1.43	1.58	1.43	1.51	2.30	2.20	2.10	1.95	2.30	1.95	2.14	0.75	0.62	0.62	0.52	0.63
2023 4		1.42	1.39	1.33	1.24	1.42	1.24	1.35	2.00	1.95	1.90	1.90	2.00	1.90	1.94	0.58	0.56	0.57	0.66	0.59
2023 5		1.5	1.5	1.19	1.19	1.50	1.19	1.35	1.85	1.90	1.90	1.90	1.90	1.85	1.89	0.40	0.40	0.41	0.71	0.56
2023 6		1.5	1.44	1.39	1.21	1.50	1.21	1.39	1.90	1.85	1.80	1.80	1.90	1.80	1.84	0.40	0.41	0.41	0.59	0.45
2023 7		1.54	1.39	1.2	1.19	1.54	1.19	1.33	2.15	1.95	1.70	1.80	2.15	1.70	1.90	0.61	0.56	0.50	0.61	0.57
2023 8		1.33	1.28	1.23	1.18	1.33	1.18	1.26	2.10	2.15	1.80	1.70	2.15	1.70	1.94	0.77	0.87	0.57	0.52	0.68
2023 9		1.28	1.2	1.19	1.2	1.28	1.19	1.22	1.75	1.70	1.80	1.70	1.80	1.70	1.74	0.47	0.50	0.61	0.50	0.52
2023 10		1.19	1.5	1.19	1.21	1.50	1.19	1.27	2.10	1.60	1.70	1.65	2.10	1.60	1.76	0.91	0.10	0.51	0.44	0.49
2023 11		1.21	1.38	1.18	1.2	1.38	1.18	1.24	1.50	1.48	1.55	1.55	1.55	1.48	1.52	0.29	0.10	0.37	0.35	0.28
2023 12		1.21	1.19	1.12	1.1	1.21	1.10	1.16	1.65	1.55	1.55	1.55	1.65	1.55	1.58	0.44	0.36	0.43	0.45	0.42
2023 13		1.04	1.39	1.1	1.09	1.39	1.04	1.16	1.45	1.35	1.20	1.20	1.45	1.20	1.30	0.41	-0.04	0.10	0.11	0.15
2023 14		1.17	0.86	0.77	0.76	1.17	0.76	0.89	0.90	0.95	0.90	0.85	0.95	0.85	0.90	-0.27	0.09	0.13	0.09	0.01
2023 15		1.12	1.13	1.04	1.11	1.13	1.04	1.10	1.55	1.35	1.40	1.40	1.55	1.35	1.43	0.43	0.22	0.36	0.29	0.33
2023 16		1.11	1.12	1.13	1.12	1.13	1.11	1.12	1.65	1.65	1.65	1.60	1.65	1.60	1.64	0.54	0.53	0.52	0.48	0.52
2023 17		1.09	1.2	1.17	1.17	1.20	1.09	1.16	1.70	1.65	1.60	1.55	1.70	1.55	1.63	0.61	0.45	0.43	0.38	0.47
2023 18		1.13	1.16	1.14	1.13	1.16	1.13	1.14	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	0.42	0.39	0.41	0.42	0.41
2023 19		1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.50	1.50	1.45	1.50	1.50	1.45	1.49	0.38	0.38	0.33	0.38	0.37
2023 20		1.21	1.33	1.3	1.22	1.33	1.21	1.27	1.80	1.90	1.80	1.75	1.90	1.75	1.81	0.59	0.57	0.50	0.53	0.55
2023 21		1.08	1.25	1.23	1.16	1.25	1.08	1.18	1.70	1.80	1.50	1.50	1.80	1.50	1.63	0.62	0.55	0.27	0.34	0.45
2023 22		1.17	0.97	1.15	1.04	1.17	0.97	1.08	1.40	1.40	1.40	1.35	1.40	1.35	1.39	0.23	0.43	0.25	0.31	0.31
2023 23		0.93	0.92	1.04	0.86	1.04	0.86	0.94	1.30	1.40	1.20	1.30	1.40	1.20	1.30	0.37	0.48	0.16	0.44	0.36
2023 24		0.91	1.02	1.06	1.06	1.06	0.91	1.01	1.10	1.30	1.32	1.30	1.32	1.10	1.26	0.19	0.28	0.26	0.24	0.24
2023 25		0.72	0.74	1.1	1.07	1.10	0.72	0.91	0.90	1.15	1.40	1.40	1.40	0.90	1.21	0.18	0.41	0.30	0.33	0.31
2023 26		0.68	0.86	1	1.06	1.06	0.68	0.90	0.75	1.18	1.25	1.15	1.25	0.75	1.08	0.07	0.32	0.25	0.09	0.18
2023 27		0.72	0.67	1.02	1.03	1.03	0.67	0.86	0.75	0.98	1.15	1.15	1.15	0.75	1.01	0.03	0.31	0.13	0.12	0.15
2023 28		0.9	0.87	0.92	0.99	0.99	0.87	0.92	1.20	1.30	1.25	1.30	1.30	1.20	1.26	0.30	0.43	0.33	0.31	0.34
2023 29		0.73	0.68	0.82	0.66	0.82	0.66	0.72	0.80	1.00	1.05	0.95	1.05	0.80	0.95	0.07	0.32	0.23	0.29	0.23
2023 30		0.72	0.66	0.97	0.88	0.97	0.66	0.81	0.70	0.80	0.90	0.80	0.90	0.70	0.80	-0.02	0.14	-0.07	-0.08	-0.01
2023 1	MAYO	0.68	0.66	0.85	0.65	0.85	0.65	0.71	0.75	0.65	1.00	1.05	1.05	0.65	0.86	0.07	-0.01	0.15	0.40	0.15
2023 2		0.64	0.64	0.83	0.86	0.86	0.64	0.74	0.70	0.80	1.00	1.05	1.05	0.70	0.89	0.06	0.16	0.17	0.19	0.15
2023 3		0.63	0.62	0.8	0.86	0.86	0.62	0.73	0.75	0.65	1.00	1.05	1.05	0.65	0.86	0.12	0.03	0.20	0.19	0.14
2023 4		0.68	0.9	1.01	0.97	1.01	0.68	0.89	0.75	1.15	1.30	1.22	1.30	0.75	1.11	0.07	0.25	0.29	0.25	0.22
2023 5		0.65	0.89	1.02	0.96	1.02	0.65	0.88	0.70	1.10	1.10	1.15	1.15	0.70	1.01	0.05	0.21	0.08	0.19	0.13
2023 6		0.74	0.84	1.05	0.83	1.05	0.74	0.87	0.70	1.10	1.15	1.20	1.20	0.70	1.04	-0.04	0.26	0.10	0.37	0.17
2023 7		1.11	1.31	1.33	1.21	1.33	1.11	1.24	2.05	1.98	1.85	1.75	2.05	1.75	1.91	0.94	0.67	0.52	0.54	0.67
2023 8		1.26	1.51	1.4	1.94	1.94	1.26	1.53	1.80	2.00	1.98	1.80	2.00	1.80	1.90	0.54	0.49	0.58	-0.14	0.37
2023 9		1.39	1.34	1.31	1.3	1.39	1.30	1.34	1.80	1.90	1.88	1.85	1.90	1.80	1.86	0.41	0.56	0.57	0.55	0.52
2023 10		1.3	1.28	1.21	1.2	1.30	1.20	1.25	1.80	1.75	1.75	1.65	1.80	1.65	1.74	0.50	0.47	0.54	0.45	0.49
2023 11		1.19	1.46	1.21	1.18	1.46	1.18	1.26	1.75	1.75	1.70	1.65	1.75	1.65	1.71	0.56	0.29	0.49	0.47	0.45
2023 12		1.18	1.19	1.18	1.17	1.19	1.17	1.18	1.80	1.65	1.65	1.65	1.80	1.65	1.69	0.62	0.46	0.47	0.48	0.51
2023 13		1.16	1.16	1.16	1.17	1.17	1.16	1.16	1.60	1.62	1.62	1.50	1.62	1.50	1.59	0.44	0.46	0.46	0.33	0.42
2023 14		1.13	1.14	1.14	1.13	1.14	1.13	1.14	1.68	1.65	1.45	1.45	1.68	1.45	1.56	0.55	0.51	0.31	0.32	0.42
2023 15		0.98	0.98	1.09	1	1.09	0.98	1.01	1.48	1.48	1.30	1.25	1.48	1.25	1.38	0.50	0.50	0.21	0.25	0.37
2023 16		0.83	1.09	1.1	1.09	1.10	0.83	1.03	0.75	1.05	1.45	1.25	1.45	0.75	1.13	-0.08	-0.04	0.35	0.16	0.10
2023 17		0.81	0.73	1.01	1.02	1.02	0.73	0.89	0.75	1.05	1.10	1.20	1.20	0.75	1.03	-0.06	0.32	0.09	0.18	0.13
2023 18		0.64	0.63	0.99	0.95	0.99	0.63	0.80	0.75	1.19	1.20	1.20	1.20	0.75	1.09	0.11	0.56	0.21	0.25	0.28
2023 19		0.87	0.9	0.95	0.93	0.95	0.87	0.91	0.90	1.10	1.10	1.15	1.15	0.90	1.06	0.03	0.20	0.15	0.22	0.15
2023 20																				

## Anexo 2: Puntos obtenidos del estudio de Optimización a los cuales se aplicó MCA

N°	PTO	COORDENADAS		ACCESIBILIDAD C1	RIESGO C2	UTILIDAD C3	MCA
		X	Y				
1	1001	-75.5042	-9.0583	1.00	0.50	1.00	0.851
2	763	-76.7229	-7.2582	1.00	0.75	0.75	0.811
3	770	-76.7708	-7.2833	1.00	0.75	0.75	0.811
4	779	-76.6646	-7.3708	1.00	0.75	0.75	0.811
5	720	-76.3708	-6.9458	1.00	0.75	0.75	0.811
6	747	-76.6625	-7.1104	1.00	0.75	0.75	0.811
7	762	-76.5063	-7.1998	1.00	0.75	0.70	0.789
8	670	-76.0833	-6.5729	1.00	0.75	0.50	0.697
9	817	-76.4250	-7.5250	1.00	0.75	0.50	0.697
10	1346	-76.1167	-11.3292	1.00	0.75	0.50	0.697
11	1406	-75.4627	-11.7979	1.00	0.75	0.50	0.697
12	1447	-74.4625	-12.0333	1.00	0.75	0.50	0.697
13	1466	-75.2438	-12.1584	1.00	0.75	0.50	0.697
14	1537	-74.5083	-12.4417	1.00	0.75	0.50	0.697
15	1546	-74.9875	-12.5042	1.00	0.75	0.50	0.697
16	1633	-74.2875	-12.7750	1.00	0.75	0.50	0.697
17	1233	-74.9125	-10.8875	1.00	0.75	0.50	0.697
18	1263	-74.6250	-10.9792	1.00	0.75	0.50	0.697
19	1264	-75.2208	-10.9396	1.00	0.75	0.50	0.697
20	1294	-75.3542	-11.1188	1.00	0.75	0.50	0.697
21	872	-76.5999	-8.0771	1.00	0.75	0.40	0.652
22	1124	-75.5354	-9.8624	0.80	0.75	0.50	0.648
23	631	-76.6563	-6.2916	0.75	0.75	0.50	0.636
24	658	-76.5833	-6.4375	0.75	0.75	0.50	0.636
25	772	-77.0542	-7.3021	0.75	0.75	0.50	0.636
26	831	-77.0625	-7.6708	0.75	0.75	0.50	0.636
27	771	-76.9292	-7.3042	0.75	0.75	0.50	0.636
28	989	-76.1083	-8.9792	0.75	0.75	0.50	0.636
29	1036	-76.0063	-9.3167	0.75	0.75	0.50	0.636
30	1071	-75.9000	-9.5792	0.75	0.75	0.50	0.636
31	1098	-76.0542	-9.8229	0.75	0.75	0.50	0.636
32	1311	-74.3021	-11.1458	0.75	0.75	0.50	0.636
33	941	-76.7500	-8.6333	0.75	0.75	0.50	0.636
34	1138	-76.2438	-9.9791	0.75	0.75	0.50	0.636
35	1148	-76.2021	-10.1251	0.75	0.75	0.50	0.636
36	1172	-76.3354	-10.2873	0.75	0.75	0.50	0.636
37	1268	-76.2771	-10.9375	0.75	0.75	0.50	0.636
38	1288	-76.2500	-11.1042	0.75	0.75	0.50	0.636
39	660	-76.4833	-6.5083	1.00	0.50	0.50	0.623
40	672	-76.2792	-6.5854	1.00	0.50	0.50	0.623
41	674	-76.3125	-6.6000	1.00	0.50	0.50	0.623
42	753	-76.7125	-7.1792	1.00	0.50	0.50	0.623
43	1003	-75.6123	-9.0729	1.00	0.50	0.50	0.623
44	726	-76.4583	-7.0417	1.00	0.50	0.50	0.623
45	739	-76.5271	-7.0794	1.00	0.50	0.50	0.623
46	835	-76.7667	-7.7292	0.75	0.75	0.40	0.590
47	881	-76.8917	-8.1292	0.75	0.75	0.40	0.590
48	905	-76.3688	-8.3750	0.75	0.75	0.40	0.590
49	940	-76.6250	-8.6125	0.75	0.75	0.40	0.590
50	1338	-73.7208	-11.2833	1.00	0.35	0.50	0.578
51	1050	-74.1917	-9.4708	0.50	0.75	0.50	0.575
52	943	-76.3250	-8.6708	0.75	0.75	0.35	0.567
53	636	-75.7229	-6.3333	0.75	0.50	0.50	0.561
54	659	-75.9000	-6.4958	0.75	0.50	0.50	0.561
55	1122	-75.1375	-9.8792	0.75	0.50	0.50	0.561
56	1150	-74.9875	-10.0750	0.75	0.50	0.50	0.561
57	1302	-74.0668	-11.1938	0.75	0.50	0.50	0.561
58	1306	-74.2124	-11.1396	0.75	0.50	0.50	0.561
59	1309	-74.2438	-11.2044	0.75	0.50	0.50	0.561
60	537	-77.2751	-5.7979	0.75	0.50	0.50	0.561
61	567	-77.0042	-5.9583	0.75	0.50	0.50	0.561
62	597	-76.8750	-6.0917	0.75	0.50	0.50	0.561
63	619	-77.1250	-6.1833	0.75	0.50	0.50	0.561
64	783	-77.2667	-7.3250	0.75	0.50	0.50	0.561
65	803	-77.0208	-7.4333	0.75	0.50	0.50	0.561
66	820	-77.0956	-7.5438	0.75	0.50	0.50	0.561
67	1402	-73.9625	-11.7958	0.75	0.50	0.50	0.561
68	1422	-73.9813	-11.9374	0.75	0.50	0.50	0.561
69	1443	-74.0438	-12.0126	0.75	0.50	0.50	0.561
70	1478	-73.9813	-12.2458	0.75	0.50	0.50	0.561
71	750	-77.1354	-7.1000	0.75	0.50	0.50	0.561
72	1025	-76.2749	-9.2146	0.75	0.50	0.50	0.561
73	705	-76.3000	-6.7667	1.00	0.50	0.35	0.554
74	715	-76.3292	-6.8625	1.00	0.50	0.35	0.554
75	856	-76.3208	-7.8500	0.75	0.50	0.40	0.516
76	871	-74.7167	-8.0979	0.50	0.50	0.50	0.500

77	882	-74.6374	-8.1729	0.50	0.50	0.50	0.500
78	895	-74.9375	-8.3542	0.50	0.50	0.50	0.500
79	897	-74.5021	-8.3877	0.50	0.50	0.50	0.500
80	901	-75.0854	-8.3709	0.50	0.50	0.50	0.500
81	903	-75.1875	-8.4458	0.50	0.50	0.50	0.500
82	904	-75.2833	-8.4375	0.50	0.50	0.50	0.500
83	945	-74.5833	-8.7542	0.50	0.50	0.50	0.500
84	977	-74.7000	-8.8958	0.50	0.50	0.50	0.500
85	1014	-74.8417	-9.1167	0.50	0.50	0.50	0.500
86	1030	-74.9331	-9.2813	0.50	0.50	0.50	0.500
87	1051	-74.9417	-9.4958	0.50	0.50	0.50	0.500
88	1082	-74.9458	-9.6583	0.50	0.50	0.50	0.500
89	1107	-75.2979	-9.8458	0.50	0.50	0.50	0.500
90	1119	-74.9313	-9.8957	0.50	0.50	0.50	0.500
91	1426	-73.7917	-11.9438	0.50	0.50	0.50	0.500
92	900	-74.2793	-8.4063	0.50	0.50	0.50	0.500
93	1068	-74.2188	-9.5832	0.50	0.50	0.50	0.500
94	1075	-74.1167	-9.6417	0.50	0.50	0.50	0.500
95	700	-77.2708	-6.7167	0.75	0.50	0.35	0.493
96	535	-77.5667	-5.7125	0.75	0.50	0.35	0.493
97	706	-77.3917	-6.7521	0.75	0.50	0.35	0.493
98	924	-74.2581	-8.5396	0.50	0.75	0.25	0.460
99	988	-75.4979	-8.9333	0.50	0.50	0.40	0.454
100	1356	-74.1375	-11.4167	0.50	0.50	0.40	0.454
101	711	-77.2083	-6.8208	0.75	0.50	0.25	0.447
102	923	-74.9958	-8.5042	0.50	0.50	0.35	0.432
103	927	-75.5543	-8.5063	0.50	0.50	0.35	0.432
104	932	-75.4250	-8.5792	0.50	0.50	0.35	0.432
105	934	-74.3917	-8.6208	0.50	0.50	0.35	0.432
106	957	-75.5208	-8.7854	0.50	0.50	0.35	0.432
107	984	-74.4979	-8.9331	0.50	0.50	0.35	0.432
108	1085	-75.5146	-9.7418	0.50	0.50	0.35	0.432
109	1412	-73.9245	-11.8771	0.50	0.50	0.35	0.432
110	1413	-73.9292	-11.8792	0.50	0.50	0.35	0.432
111	1094	-74.1417	-9.7667	0.50	0.25	0.50	0.425
112	1118	-73.9875	-9.9250	0.50	0.25	0.50	0.425
113	1147	-74.0479	-10.1417	0.50	0.25	0.50	0.425
114	1181	-74.0292	-10.3667	0.50	0.25	0.50	0.425
115	1203	-73.9542	-10.5833	0.50	0.25	0.50	0.425
116	1301	-74.0210	-11.1521	0.50	0.25	0.50	0.425
117	1354	-73.5313	-11.4293	0.50	0.25	0.50	0.425
118	557	-76.0916	-5.9021	0.50	0.25	0.50	0.425
119	586	-75.9335	-6.0104	0.50	0.25	0.50	0.425
120	615	-75.9938	-6.1918	0.50	0.25	0.50	0.425
121	616	-75.8082	-6.2063	0.50	0.25	0.50	0.425
122	665	-77.3875	-6.5333	0.75	0.35	0.25	0.403
123	1337	-73.6455	-11.2813	0.50	0.35	0.35	0.387
124	1212	-72.0292	-10.6583	0.50	0.50	0.25	0.386
125	975	-74.1417	-8.8958	0.50	0.50	0.25	0.386
126	978	-73.9623	-8.8896	0.50	0.50	0.25	0.386
127	986	-73.7417	-8.9167	0.50	0.50	0.25	0.386
128	990	-73.1875	-8.9771	0.50	0.50	0.25	0.386
129	1000	-73.6208	-9.0250	0.50	0.50	0.25	0.386
130	1005	-73.4665	-9.0854	0.50	0.50	0.25	0.386
131	1012	-73.3001	-9.1063	0.50	0.50	0.25	0.386
132	1048	-74.2917	-9.4125	0.50	0.50	0.25	0.386
133	1232	-73.7292	-10.8542	0.50	0.25	0.35	0.357
134	1278	-73.7250	-11.0917	0.50	0.25	0.35	0.357
135	1219	-73.7583	-10.7021	0.50	0.25	0.25	0.311
136	1224	-73.7313	-10.7208	0.50	0.25	0.25	0.311
137	947	-74.2000	-8.6958	0.50	0.25	0.25	0.311
138	1063	-72.9729	-9.5292	0.50	0.25	0.25	0.311
139	1066	-70.5958	-9.5708	0.50	0.25	0.25	0.311
140	1067	-72.7917	-9.5667	0.50	0.25	0.25	0.311
141	1087	-70.7208	-9.7833	0.50	0.25	0.25	0.311
142	1089	-72.6813	-9.7625	0.50	0.25	0.25	0.311
143	1114	-72.5541	-9.9021	0.50	0.25	0.25	0.311
144	1129	-72.7792	-9.9458	0.50	0.25	0.25	0.311
145	1131	-71.8292	-10.0000	0.50	0.25	0.25	0.311
146	1132	-70.9792	-10.0354	0.50	0.25	0.25	0.311
147	1145	-71.1875	-10.1000	0.50	0.25	0.25	0.311
148	1152	-71.0167	-10.1792	0.50	0.25	0.25	0.311
149	1170	-71.3917	-10.2771	0.50	0.25	0.25	0.311
150	1171	-71.7333	-10.2750	0.50	0.25	0.25	0.311
151	1185	-71.2331	-10.4479	0.50	0.25	0.25	0.311
152	1221	-71.7604	-10.7250	0.50	0.25	0.25	0.311

### Anexo 3: Distribución espacial - Puntos obtenidos del estudio de Optimización a los cuales se aplicó MCA



## Anexo 4: Ubicación geográfica y política de puntos con MCA

N°	PTO	RIO	UNIDAD HIDROGRAFICA	COORDENADAS		DEPARTAMENTO	PROVINCIA	MCA
				X	Y			
1	670	Huallaga	Medio Bajo Huallaga	-76.0833	-6.5729	San Martin	San Martin	0.697
2	636	Huallaga	Medio Bajo Huallaga	-75.7229	-6.3333	San Martin	San Martin	0.561
3	659	Huallaga	Medio Bajo Huallaga	-75.9000	-6.4958	San Martin	San Martin	0.561
1	720	Huallaga	Medio Huallaga	-76.3708	-6.9458	San Martin	Picota	0.811
2	705	Huallaga	Medio Huallaga	-76.3000	-6.7667	San Martin	Picota	0.554
3	715	Huallaga	Medio Huallaga	-76.3292	-6.8625	San Martin	Picota	0.554
4	672	Huallaga	Medio Huallaga	-76.2792	-6.5854	San Martin	San Martin	0.623
1	567	Mayo	Mayo	-77.0042	-5.9583	San Martin	Moyobamba	0.561
2	597	Mayo	Mayo	-76.8750	-6.0917	San Martin	Moyobamba	0.561
3	619	Mayo	Mayo	-77.1250	-6.1833	San Martin	Rioja	0.561
4	537	Junio	Junio	-77.2751	-5.7979	San Martin	Rioja	0.561
5	631	Junio	Junio	-76.6563	-6.2916	San Martin	Lamas	0.636
6	658	Mayo	Mayo	-76.5833	-6.4375	San Martin	Lamas	0.636
7	660	Mayo	Mayo	-76.4833	-6.5083	San Martin	San Martin	0.623
8	674	Mayo	Mayo	-76.3125	-6.6000	San Martin	San Martin	0.623
1	763	Huallaga	Medio Alto Huallaga	-76.7229	-7.2582	San Martin	Mariscal Caceres	0.811
2	753	Huallaga	Medio Alto Huallaga	-76.7125	-7.1792	San Martin	Mariscal Caceres	0.623
3	747	Huallaga	Medio Alto Huallaga	-76.6625	-7.1104	San Martin	Mariscal Caceres	0.811
4	739	Huallaga	Medio Alto Huallaga	-76.5271	-7.0794	San Martin	Bellavista	0.623
5	726	Huallaga	Medio Alto Huallaga	-76.4583	-7.0417	San Martin	Bellavista	0.623
1	750	Huayabamba	Huayabamba	-77.1354	-7.1000	San Martin	Mariscal Caceres	0.561
2	770	Huayabamba	Huayabamba	-76.7708	-7.2833	San Martin	Mariscal Caceres	0.811
3	771	Huayabamba	Huayabamba	-76.9292	-7.3042	San Martin	Mariscal Caceres	0.636
4	772	Huayabamba	Huayabamba	-77.0542	-7.3021	San Martin	Mariscal Caceres	0.636
5	783	Huayabamba	Huayabamba	-77.2667	-7.3250	San Martin	Mariscal Caceres	0.561
6	803	Huayabamba	Huayabamba	-77.0208	-7.4333	San Martin	Mariscal Caceres	0.561
7	820	Huayabamba	Huayabamba	-77.0956	-7.5438	San Martin	Mariscal Caceres	0.561
8	831	Huayabamba	Huayabamba	-77.0625	-7.6708	San Martin	Mariscal Caceres	0.636
4	762	Biavo	Biavo	-76.5063	-7.1998	San Martin	Bellavista	0.789
2	817	Biavo	Biavo	-76.4250	-7.5250	San Martin	Mariscal Caceres	0.697
3	856	Biavo	Biavo	-76.3208	-7.8500	San Martin	Bellavista	0.516
1	779	Huallaga	Alto Huallaga	-76.6646	-7.3708	San Martin	Mariscal Caceres	0.811
2	835	Huallaga	Alto Huallaga	-76.7667	-7.7292	San Martin	Mariscal Caceres	0.590
3	872	Huallaga	Alto Huallaga	-76.5999	-8.0771	San Martin	Tocache	0.652
4	881	Huallaga	Alto Huallaga	-76.8917	-8.1292	San Martin	Tocache	0.590
5	905	Huallaga	Alto Huallaga	-76.3688	-8.3750	Huanuco	Marañon	0.590
6	940	Huallaga	Alto Huallaga	-76.6250	-8.6125	Huanuco	Marañon	0.590
7	941	Huallaga	Alto Huallaga	-76.7500	-8.6333	Huanuco	Marañon	0.636
8	943	Huallaga	Alto Huallaga	-76.3250	-8.6708	Huanuco	Marañon	0.567
9	989	Huallaga	Alto Huallaga	-76.1083	-8.9792	Huanuco	Leoncio Prado	0.636
10	1025	Huallaga	Alto Huallaga	-76.2749	-9.2146	Huanuco	Huamaling	0.561
11	1036	Huallaga	Alto Huallaga	-76.0063	-9.3167	Huanuco	Leoncio Prado	0.636
12	1071	Huallaga	Alto Huallaga	-75.9000	-9.5792	Huanuco	Huanuco	0.636
13	1098	Huallaga	Alto Huallaga	-76.0542	-9.8229	Huanuco	Pachitea	0.636
14	1138	Huallaga	Alto Huallaga	-76.2438	-9.9791	Huanuco	Huanuco	0.636
15	1148	Huallaga	Alto Huallaga	-76.2021	-10.1251	Huanuco	Ambo	0.636
16	1172	Huallaga	Alto Huallaga	-76.3354	-10.2873	Huanuco	Ambo	0.636
1	871	Aguaytia	Aguaytia	-74.7167	-8.0979	Ucayali	Coronel Portillo	0.500
2	895	Aguaytia	Aguaytia	-74.9375	-8.3542	Ucayali	Coronel Portillo	0.500
3	901	Aguaytia	Aguaytia	-75.0854	-8.3709	Ucayali	Padre Abad	0.500
4	903	Aguaytia	Aguaytia	-75.1875	-8.4458	Ucayali	Padre Abad	0.500
5	904	Aguaytia	Aguaytia	-75.2833	-8.4375	Ucayali	Padre Abad	0.500
6	1001	Aguaytia	Aguaytia	-75.5042	-9.0583	Ucayali	Padre Abad	0.851
7	1003	Aguaytia	Aguaytia	-75.6123	-9.0729	Ucayali	Padre Abad	0.623
1	945	Pachitea	Pachitea	-74.5833	-8.7542	Huanuco	Puerto Inca	0.500
2	977	Pachitea	Pachitea	-74.7000	-8.8958	Huanuco	Puerto Inca	0.500
3	1014	Pachitea	Pachitea	-74.8417	-9.1167	Huanuco	Puerto Inca	0.500
4	1030	Pachitea	Pachitea	-74.9331	-9.2813	Huanuco	Puerto Inca	0.500
5	1051	Pachitea	Pachitea	-74.9417	-9.4958	Huanuco	Puerto Inca	0.500
6	1082	Pachitea	Pachitea	-74.9458	-9.6583	Huanuco	Puerto Inca	0.500
7	1107	Pachitea	Pachitea	-75.2979	-9.8458	Huanuco	Puerto Inca	0.500
8	1119	Pachitea	Pachitea	-74.9313	-9.8957	Junin	Oxapampa	0.500
9	1124	Pachitea	Pachitea	-75.5354	-9.8624	Huanuco	Puerto Inca	0.648
10	1122	Pachitea	Pachitea	-75.1375	-9.8792	Junin	Oxapampa	0.561
11	1150	Pachitea	Pachitea	-74.9875	-10.0750	Junin	Oxapampa	0.561
1	1263	Perene	Perene	-74.6250	-10.9792	Junin	Satipo	0.697
2	1264	Perene	Perene	-75.2208	-10.9396	Junin	Chanchamayo	0.697
3	1294	Perene	Perene	-75.3542	-11.1188	Junin	Chanchamayo	0.697
4	1233	Perene	Perene	-74.9125	-10.8875	Junin	Chanchamayo	0.697
5	1311	Perene	Perene	-74.3021	-11.1458	Junin	Satipo	0.636
1	1268	Mantaro	Mantaro	-76.2771	-10.9375	Pasco	Pasco	0.636
2	1288	Mantaro	Mantaro	-76.2500	-11.1042	Pasco	Pasco	0.636
3	1346	Mantaro	Mantaro	-76.1167	-11.3292	Junin	Yauli	0.697
4	1406	Mantaro	Mantaro	-75.4627	-11.7979	Junin	Jauja	0.697
5	1466	Mantaro	Mantaro	-75.2438	-12.1584	Junin	Huancayo	0.697
6	1546	Mantaro	Mantaro	-74.9875	-12.5042	Huancavelica	Huancavelica	0.697
7	1537	Mantaro	Mantaro	-74.5083	-12.4417	Ayacucho	Huanta	0.697
8	1447	Mantaro	Mantaro	-74.4625	-12.0333	Junin	Satipo	0.697
9	1633	Mantaro	Mantaro	-74.2875	-12.7750	Ayacucho	Huanta	0.697
10	1478	Mantaro	Mantaro	-73.9813	-12.2458	Junin	Satipo	0.561
1	882	Ucayali	49917	-74.6374	-8.1729	Ucayali	Coronel Portillo	0.500
2	897	Ucayali	49917	-74.5021	-8.3877	Ucayali	Coronel Portillo	0.500
3	900	Ucayali	49917	-74.2793	-8.4063	Ucayali	Coronel Portillo	0.500
1	1050	Ucayali	Medio Bajo Ucayali	-74.1917	-9.4708	Ucayali	Coronel Portillo	0.575
2	1068	Ucayali	Medio Bajo Ucayali	-74.2188	-9.5832	Ucayali	Coronel Portillo	0.500
3	1075	Ucayali	Medio Bajo Ucayali	-74.1167	-9.6417	Ucayali	Coronel Portillo	0.500
1	1302	Tambo	49953	-74.0668	-11.1938	Junin	Satipo	0.561
2	1306	Tambo	49953	-74.2124	-11.1396	Junin	Satipo	0.561
3	1338	Tambo	49953	-73.7208	-11.2833	Junin	Satipo	0.578
1	1309	Ene	49955	-74.2438	-11.2044	Junin	Satipo	0.561
2	1402	Ene	49955	-73.9625	-11.7958	Junin	Satipo	0.561
1	1426	Cutivireni	Cutivireni	-73.7917	-11.9438	Junin	Satipo	0.500
1	1443	Ene	49959	-74.0438	-12.0126	Junin	Satipo	0.561
2	1422	Ene	49959	-73.9813	-11.9374	Junin	Satipo	0.561

**Anexo 5: Distribución espacial de puntos con MCA**

