

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**



**ESTUDIO DE LOS RECURSOS HÍDRICO DE LA CIUDAD DE  
HUÁNUCO EN LA CUENCA DEL ALTO HUALLAGA, 2022**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CIENCIAS DE LA TIERRA Y  
CIENCIAS AMBIENTALES**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR EN MEDIO  
AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**TESISTA: LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER  
ALEXANDER**

**ASESOR: DR. LOPEZ Y MORALES, JAVIER GONZALO**

**HUÁNUCO - PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está completamente dedicado a familia sin cuyo constante apoyo este trabajo de tesis no hubiera sido posible. Siempre me inspiran. Al mismo tiempo, agradezco también a docentes cuyos consejos realmente funcionaron para el desarrollo de la presente.

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera agradecer a mis docentes por su invaluable ayuda y sus conocimientos que condujeron a la redacción del presente trabajo. Mi más sincero agradecimiento también a los docentes de posgrado por su paciencia y comprensión durante el tiempo de esfuerzo que se dedicaron a guiar la investigación.

## RESUMEN

La provincia de Huánuco en el tiempo transcurrido ha presentado una serie de problemas evidentes con el abastecimiento de agua en algunas zonas de la región, la presente investigación se centró en los distritos de Amarilis, Huánuco y Pillco Marca, las cuales son abastecidas de agua potable captada del río Higuerras. A partir de ello se hizo necesario realizar un análisis de disponibilidad hídrica del río con la finalidad de conocer si el nivel de oferta que presenta será el suficiente para abastecer de agua a los distritos en un tiempo determinado de años, con lo cual se partió por estimar dicha oferta con la aplicación del modelo GR4J del software RS Minerve, con la cual se logró identificar que la cuenca del río Higuerras se compone de 5 subcuencas: Chaulan, Margos, Huancapallac, Kotosh y Chullay. Con ello pues se identificaron a las estaciones meteorológicas de las cuales se lograron recolectar valores de temperatura y precipitación con la finalidad de ingresarlo en el modelo planteado. Realizada la modelación en el software se logró determinar que el río Higuerras presenta una oferta de 4.111, 2.694, 1.376, 3.805, 1.262, 0.303, 0.166, 0.114, 0.085, 0.067, 0.135, 0.555 m<sup>3</sup>/s para los meses de enero a diciembre, con ello pues se realiza un cálculo de caudal ecológico que asegure el desarrollo normal del ecosistema que contiene el río Higuerras. Paralelamente a la determinación de la oferta hídrica de la zona se realizaron estimaciones de crecimiento poblacional con el fin de determinar la cantidad de habitantes que se presentarán en un futuro en los distritos de interés, estas estimaciones se realizaron en tres situaciones una con un crecimiento poblacional crítico, otra con un crecimiento estándar y otra con un crecimiento mínimo, de los cuales se obtuvieron que en estado crítico la población llegaría hasta los 1102969 habitantes, para un estado de crecimiento estándar 644674 habitantes, para un estado de crecimiento mínimo 333080 habitantes. Y con ello generando una demanda crítica de 3651.03 lt/seg, una demanda estándar de 1454.99 lt/seg y una demanda mínima de 751.54 lt/seg.

**Palabras clave:** Disponibilidad, hídrica, Higuerras, demanda, población, caudales, modelo de estimación.

## ABSTRACT

The province of Huánuco in the elapsed time has presented a series of evident problems with the water supply in some areas of the region, the present investigation focused on the districts of Amarilis, Huánuco and Pillco Marca, which are supplied with drinking water. taken from the Higueras River. From this it became necessary to carry out an analysis of the river's water availability in order to know if the level of supply it presents will be sufficient to supply water to the districts in a given time of years, with which it was started by estimate said offer with the application of the GR4J model of the RS Minerve software, with which it will be modified to identify that the Higueras river basin is made up of 5 sub-basins: Chaulan, Margos, Huancapallac, Kotosh and Chullay. With this, the meteorological stations were identified from which temperature and precipitation values were collected in order to enter it into the proposed model. After modeling in the software, it will be determined that the Higueras River has a supply of 4,111, 2,694, 1,376, 3,805, 1,262, 0.303, 0.166, 0.114, 0.085, 0.067, 0.135, 0.555 m<sup>3</sup>/s for the months of January to December , with this, a calculation of ecological flow is made that ensures the normal development of the ecosystem that contains the Higueras River. Parallel to the determination of the water supply of the area, population growth estimates were made in order to determine the number of inhabitants that stood out in the future in the districts of interest, these estimates were made in three situations, one with a population growth critical, another with a standard growth and another with a minimum growth, of which it was generated that in a critical state the population would reach 1,102,969 inhabitants, for a state of standard growth 644,674 inhabitants, for a state of minimum growth 333,080 inhabitants. And with this, a critical demand of 3651.03 lt/sec, a standard demand of 1454.99 lt/sec and a minimum demand of 751.54 lt/sec will arise.

**Keywords:** water, availability, Higueras, demand, population, flows, estimation model

## RESUMO

A província de Huánuco no tempo decorrido apresentou uma série de problemas evidentes com o abastecimento de água em algumas áreas da região, a presente investigação centrou-se nos distritos de Amarilis, Huánuco e Pillco Marca, que são abastecidos com água potável. o rio Higueras. A partir disso foi necessário realizar uma análise da disponibilidade hídrica do rio de forma a saber se o nível de abastecimento que este apresenta será suficiente para abastecer de água os distritos numa determinada época de anos, com o que se iniciou por estimativa dita oferta com a aplicação do modelo GR4J do software RS Minerve, com o qual será modificado para identificar que a bacia do rio Higueras é composta por 5 sub-bacias: Chaulan, Margos, Huancapallac, Kotosh e Chullay. Com isso, foram identificadas as estações meteorológicas das quais foram coletados os valores de temperatura e precipitação a fim de inseri-la no modelo proposto. Após a modelagem no software, será determinado que o Rio Higueras tem uma oferta de 4.111, 2.694, 1.376, 3.805, 1.262, 0,303, 0,166, 0,114, 0,085, 0,067, 0,135, 0,555 m<sup>3</sup>/s para os meses de janeiro a Dezembro, com isso, é feito um cálculo de vazão ecológica que garante o desenvolvimento normal do ecossistema que contém o Rio Higueras. Paralelamente à determinação do abastecimento de água da área, foram feitas estimativas de crescimento populacional de forma a determinar o número de habitantes que se destacariam no futuro nos distritos de interesse, estas estimativas foram feitas em três situações, uma com crescimento populacional crítico, outro com crescimento padrão e outro com crescimento mínimo, do qual foi gerado que em estado crítico a população chegaria a 1.102.969 habitantes, para estado de crescimento padrão 644.674 habitantes, para estado de crescimento mínimo 333.080 habitantes. E com isso, surgirá uma demanda crítica de 3651,03 lt/s, uma demanda padrão de 1454,99 lt/s e uma demanda mínima de 751,54 lt/s.

**Palavras-chave:** disponibilidade hídrica, Higueras, demanda, população, vazões, modelo de estimativa

## ÍNDICE

RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
RESUMO .....	VI
INTRODUCCIÓN .....	XV
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.1 Fundamentación del Problema.....	16
1.2 Justificación e Importancia de la Investigación .....	19
1.3 Viabilidad de la Investigación.....	20
1.4 Formulación del Problema .....	21
1.4.1 Problema General .....	21
1.4.2 Problema Específico .....	21
1.5 Formulación de Objetivos .....	21
1.5.1 Objetivo General.....	21
1.5.2 Objetivo Específicos .....	22
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	23
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	23
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	23
2.1.2 Antecedentes Nacionales .....	25
2.2 Bases Teóricas.....	28
2.2.1 Cuencas.....	28
2.2.1.1 Características Fisiográficas de una cuenca.....	30
2.2.1.2 Hoya o cuenca definida como sistema .....	34
2.2.2 Ciclo Hidrológico .....	37
2.2.3 Elaboración del modelo hidráulico .....	38
2.2.3.1 Clasificación de Modelos.....	39
2.2.4 Manejo de cuencas.....	42
2.2.5 Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.....	44
2.2.6 Gobernabilidad de la Gestión .....	48
2.2.7 Técnicas para la evaluación de recursos hídricos .....	50
2.2.7.1 Técnicas Convencionales .....	50

2.2.7.2	Balances de administración hídrica.....	50
2.2.8	Relación entre agua y población demandante .....	52
2.2.9	Estimación de poblaciones .....	56
2.2.9.1	Método Aritmético .....	57
2.2.9.2	Método de interés simple .....	57
2.2.9.3	Método de la parábola de segundo grado.....	58
2.2.9.4	Método geométrico .....	58
2.2.9.5	Método racional .....	59
2.2.9.6	Método de saturación .....	59
2.2.9.7	Método Sunass .....	59
2.2.9.8	Método de incrementos variables.....	60
2.2.10	Huella hídrica.....	60
2.2.10.1	Identificación de sectores de interés .....	61
2.2.10.2	Cuantificación de las huellas hídricas .....	61
2.2.10.3	Huella hídrica azul .....	62
2.2.10.4	Huella hídrica gris .....	63
2.2.10.5	Huella hídrica verde .....	63
2.2.10.6	Huella hídrica indirecta .....	64
2.2.11	RS-Minerve.....	64
2.3	Bases Conceptuales.....	65
2.4	Bases Filosóficas.....	66
2.5	Bases Epistemológicas.....	67
2.6	Bases Antropológicas.....	68
CAPÍTULO III SISTEMA DE HIPÓTESIS.....		69
3.1	Formulación de Hipótesis .....	69
3.1.1	Hipótesis General.....	69
3.1.2	Hipótesis Específica.....	69
3.2	Operación De Variables .....	69
3.3	Definición Operacional de las Variables .....	70
3.3.1	Variable Dependiente .....	70
3.3.2	Variable Independiente.....	70
CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO .....		72

4.1	Ámbito de Estudio .....	72
4.2	Tipo y Nivel de Investigación.....	72
4.2.1	Tipo de investigación.....	72
4.2.2	Nivel de la investigación .....	72
4.3	Población y Muestra.....	73
4.3.1	Descripción de la Población .....	73
4.3.2	Muestra y Métodos de Muestreo .....	73
4.3.3	Criterio de Inclusión y Exclusión .....	73
4.4	Diseño de Investigación .....	74
4.5	Técnicas e Instrumentos.....	75
4.5.1	Técnicas .....	75
4.5.1.1	Técnicas documentales.....	75
4.5.1.2	Técnicas de campo .....	75
4.5.2	Instrumentos .....	75
4.5.2.1	Validación de Instrumentos para la recolección de datos .....	75
4.5.2.2	Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos .....	76
4.5.2.3	Validación de los valores del software RS-Minerve.....	76
4.6	Técnicas para el procesamiento de análisis de datos .....	77
4.7	Aspectos Éticos .....	77
	<b>CAPÍTULO V RESULTADOS .....</b>	<b>78</b>
5.1	Análisis descriptivo.....	78
5.1.1	Análisis de población.....	78
5.1.2	Análisis de demanda de agua potable .....	99
5.1.3	Análisis de dotación de Agua potable .....	101
5.1.4	Análisis de la cuenca.....	104
5.1.5	Análisis de recursos hídricos .....	107
5.1.6	Análisis de balance hídrico .....	113
5.2	Análisis inferencial y/o contrastación de hipótesis .....	117
5.3	Discusión de resultados.....	124
5.3.1	Del análisis de población .....	124
5.3.2	Del análisis de la cuenca.....	124

5.3.3 Del análisis de recursos hídricos.....	125
5.4 Aporte científico de la investigación .....	126
CONCLUSIONES .....	127
SUGERENCIAS .....	128
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	129
ANEXOS .....	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1</b> Cuenca Hidrográfica .....	28
<b>Figura N° 2</b> Clasificación de la pendiente media de un cauce .....	31
<b>Figura N° 3</b> Esquema del ciclo hidrológico .....	37
<b>Figura N° 4</b> Esquema de gestión en cuencas .....	42
<b>Figura N° 5</b> Esquema jerárquico de acción en cuencas .....	43
<b>Figura N° 6</b> Incrementos de poblaciones para la región de Huánuco .....	78
<b>Figura N° 7</b> Incrementos de poblaciones para la provincia de Huánuco .....	79
<b>Figura N° 8</b> Curvas de población en la provincia de Huánuco .....	80
<b>Figura N° 9</b> Curvas de población del distrito de Huánuco.....	81
<b>Figura N° 10</b> Curvas de población del distrito de Huánuco .....	81
<b>Figura N° 11</b> Curvas de población del distrito de Pillco Marca .....	81
<b>Figura N° 12</b> Proyección lineal del distrito de Huánuco.....	82
<b>Figura N° 13</b> Proyección logarítmica del distrito de Huánuco .....	84
<b>Figura N° 14</b> Proyección exponencial del distrito de Huánuco .....	85
<b>Figura N° 15</b> Proyección polinómica del distrito de Huánuco .....	86
<b>Figura N° 16</b> Proyección por tendencias del distrito de Huánuco .....	87
<b>Figura N° 17</b> Proyección lineal del distrito de Amarilis .....	88
<b>Figura N° 18</b> Proyección logarítmica del distrito de Amarilis.....	88
<b>Figura N° 19</b> Proyección exponencial del distrito de Amarilis.....	89
<b>Figura N° 20</b> Proyección polinómica del distrito de Amarilis .....	90
<b>Figura N° 21</b> Proyección por tendencias del distrito de Amarilis.....	90
<b>Figura N° 22</b> Proyección lineal del distrito de Pillco Marca .....	91
<b>Figura N° 23</b> Proyección logarítmica del distrito de Pillco Marca .....	92
<b>Figura N° 24</b> Proyección exponencial del distrito de Pillco Marca .....	93
<b>Figura N° 25</b> Proyección polinómica del distrito de Pillco Marca .....	93
<b>Figura N° 26</b> Proyección por tendencias del distrito de Pillco Marca .....	94
<b>Figura N° 27</b> Proyección por tendencias del distrito de Pillco Marca .....	94
<b>Figura N° 28</b> Tendencias del distrito de Huánuco .....	95
<b>Figura N° 29</b> Tendencias del distrito de Amarilis.....	96
<b>Figura N° 30</b> Tendencias del distrito de Pillco Marca .....	97

<b>Figura N° 31</b>	Tendencias de los distritos de interés.....	98
<b>Figura N° 32</b>	Evaluación gráfica de incremento de viviendas.....	99
<b>Figura N° 33</b>	Valores de viviendas abastecidas de agua en Huánuco .....	100
<b>Figura N° 34</b>	Delimitación de subcuencas de la cuenca del río Higueras .....	104
<b>Figura N° 35</b>	Curva hipsométrica .....	106
<b>Figura N° 36</b>	Mapa de identificación de subcuencas.....	107
<b>Figura N° 37</b>	Precipitaciones promedios registrados por las estaciones.....	108
<b>Figura N° 38</b>	Precipitaciones promedias registrados por las estaciones.....	109
<b>Figura N° 39</b>	Mapa con información relacionada a la hidrología.....	109
<b>Figura N° 40</b>	Modelo topológico en el software RS Minerve .....	110
<b>Figura N° 41</b>	Valores de precipitación calculados para el centroide .....	110
<b>Figura N° 42</b>	Valores de temperatura calculados para el centroide.....	111
<b>Figura N° 43</b>	Valores de temperatura calculados para el centroide.....	112
<b>Figura N° 44</b>	Mapa de valores calculados en el RS Minerve .....	112
<b>Figura N° 45</b>	Valores de balance hídrico en estado poblacional crítico .....	114
<b>Figura N° 46</b>	Valores de balance hídrico en estado poblacional estándar .....	115
<b>Figura N° 47</b>	Valores de balance hídrico en estado poblacional mínimo.....	116
<b>Figura N° 48</b>	Mapa de identificación de subcuencas.....	117
<b>Figura N° 49</b>	Modelo topológico en el software RS Minerve .....	118
<b>Figura N° 50</b>	Modelo topológico en el software RS Minerve .....	118
<b>Figura N° 51</b>	Base de datos de SENAMHI en el software RS Minerve.....	119
<b>Figura N° 52</b>	Caudales calculados en el software RS Minerve .....	120
<b>Figura N° 53</b>	Mapa de valores calculados en el RS Minerve .....	120
<b>Figura N° 54</b>	Valores de viviendas abastecidas de agua en Huánuco .....	121
<b>Figura N° 55</b>	Valores de balance hídrico en estado poblacional crítico .....	123
<b>Figura N° 56</b>	Proyecciones de población.....	124

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1</b> Disponibilidad hídrica en la región de Huánuco sectorizado .....	17
<b>Tabla N° 2</b> Uso de agua por cuenca hidrográfica en mm/año.....	18
<b>Tabla N° 3</b> Cobertura de agua potable en la región Huánuco .....	18
<b>Tabla N° 4</b> Enfoque de las Huellas Hídricas por sectores.....	61
<b>Tabla N° 5</b> Operacionalización de Variables .....	69
<b>Tabla N° 6</b> Censos a nivel Provincial de la región de Huánuco .....	78
<b>Tabla N° 7</b> Censos a nivel Distrital de la provincia de Huánuco .....	79
<b>Tabla N° 8</b> Valores censales de los distritos .....	80
<b>Tabla N° 9</b> Tendencia lineal para el distrito de Huánuco.....	82
<b>Tabla N° 10</b> Valores en tendencia lineal del distrito de Huánuco.....	82
<b>Tabla N° 11</b> Valores en tendencia logarítmica del distrito de Huánuco .....	83
<b>Tabla N° 12</b> Valores en tendencia logarítmica del distrito de Huánuco .....	83
<b>Tabla N° 13</b> Valores en tendencia exponencial del distrito de Huánuco .....	84
<b>Tabla N° 14</b> Valores en tendencia exponencial del distrito de Huánuco .....	85
<b>Tabla N° 15</b> Valores en tendencia polinómica del distrito de Huánuco .....	85
<b>Tabla N° 16</b> Valores en tendencia polinómica del distrito de Huánuco .....	86
<b>Tabla N° 17</b> Valores en tendencia lineal del distrito de Amarilis.....	87
<b>Tabla N° 18</b> Valores en tendencia logarítmica del distrito de Amarilis.....	88
<b>Tabla N° 19</b> Valores en tendencia exponencial del distrito de Amarilis.....	89
<b>Tabla N° 20</b> Valores en tendencia polinómica del distrito de Amarilis .....	89
<b>Tabla N° 21</b> Valores en tendencia lineal del distrito de Pillco Marca .....	91
<b>Tabla N° 22</b> Valores en tendencia logarítmica del distrito de Pillco Marca .....	91
<b>Tabla N° 23</b> Valores en tendencia exponencial del distrito de Pillco Marca .....	92
<b>Tabla N° 24</b> Valores en tendencia polinómica del distrito de Pillco Marca .....	93
<b>Tabla N° 25</b> Cuadro de poblaciones estimadas en el distrito de Huánuco.....	95
<b>Tabla N° 26</b> Cuadro de poblaciones estimadas en el distrito de Amarilis .....	96
<b>Tabla N° 27</b> Cuadro de poblaciones estimadas .....	97
<b>Tabla N° 28</b> Ubicación georreferenciada – Punto de Captación.....	99
<b>Tabla N° 29</b> Viviendas registradas en los distritos de interés .....	99
<b>Tabla N° 30</b> Resultados de dotaciones .....	101

<b>Tabla N° 31</b> Cálculo de volumen de agua en estado crítico.....	101
<b>Tabla N° 32</b> Cálculo de volumen de agua en estado estándar .....	102
<b>Tabla N° 33</b> Cálculo de volumen de agua en estado mínimo .....	103
<b>Tabla N° 34</b> Ubicación georreferenciada – Punto de Captación.....	104
<b>Tabla N° 35</b> Parámetros geométricos de la cuenca del río Higueras .....	105
<b>Tabla N° 36</b> Parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Higueras.....	105
<b>Tabla N° 37</b> Subcuencas del río Higueras.....	107
<b>Tabla N° 38</b> Estaciones en la periferia del río Higueras .....	108
<b>Tabla N° 39</b> Estaciones en la periferia del río Higueras .....	113
<b>Tabla N° 40</b> Valores de oferta total y caudal ecológico.....	114
<b>Tabla N° 41</b> Valores de balance hídrico en estado poblacional crítico.....	114
<b>Tabla N° 42</b> Valores de balance hídrico en estado poblacional estándar.....	115
<b>Tabla N° 43</b> Valores de balance hídrico en estado poblacional mínimo .....	116
<b>Tabla N° 44</b> Estaciones en la periferia del río Higueras .....	122
<b>Tabla N° 45</b> Valores de balance hídrico en estado poblacional crítico.....	123
<b>Tabla N° 46</b> Parámetros geométricos de la cuenca del río Higueras .....	125
<b>Tabla N° 47</b> Valores de oferta total y caudal ecológico.....	125
<b>Tabla N° 48</b> Matriz de Consistencia .....	134

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se centró en determinar la capacidad de oferta hídrica de una de las captaciones que se tiene en la provincia de Huánuco, específicamente en los distritos de Amarilis, Huánuco y Pillco Marca, se identificó que una de las grandes dificultades que presenta estos distritos es que no todos los habitantes de los distritos cuentan con un abastecimiento de agua a partir de redes públicas de la empresa distribuyente, es por ello que se presentó la necesidad de analizar la situación en la cual se encuentra el punto de captación de agua que abastece a los distritos de interés. Se identificó que para los distritos el punto de captación en común se encuentra en el río Higueras el cual pertenece a la cuenca del alto Huallaga, la cual a su vez se subdivide en 5 subcuencas tributantes al río Higueras, a partir de ello se identificaron fuentes de información hidrológica para la zona con el fin de determinar cuáles son los valores de caudales generados a los largo de un periodo temporal y con el cual lograr determinar los valores de disponibilidad hídrica que presenta el cuerpo de agua, pero un análisis de disponibilidad hídrica no estaría completa sin el análisis demográfico de la zona, esto se realizó a partir de información censal con la cual se lograron generar 3 escenarios de proyección poblacional en un crítico, estándar y mínimo crecimiento con los cuales poder determinar los valores de demanda de caudales con el fin de realizar un equilibrio entre oferta y demanda de agua para los distritos de interés.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 Fundamentación del Problema**

Se sabe que, en el mundo las estadísticas que se tiene del Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos nos muestran que la demanda que se tiene de agua estima alrededor de 4.600 km<sup>3</sup>/año y se puede asegurar que este valor aumente en un 20% o en un 30% para el año 2050. (UNESCO, 2019)

A partir de las investigaciones se obtuvieron que tres de cada diez personas no cuentan con el acceso a agua potable de una manera segura y limpia por ende se podría decir que la mayoría de personas (más de la mitad) que ingieren agua lo realizan de fuentes no confiables o inseguras como ejemplo tenemos la parte de África, estas cifras globales nos demuestran la desigualdad que existe en el mundo, dentro de las regiones, países e inclusive las comunidades. (UNESCO, 2019)

El Perú tiene recursos hídricos muy importantes los cuales se encuentran distribuidos de manera equitativa en 106 cuencas hidrográficas, que poseen aproximadamente 12 200 lagunas en la sierra, más de 1 007 ríos, ellos cuentan con una disponibilidad de 2 046 000 MMC, todos ellos concentrados en la parte de Amazonia del país. (Comisión Técnica Multisectorial, 2020)

En el contexto actual si bien se sabe que el Perú es uno de los países con un alto índice con respecto a los recursos hídricos que posee, presenta severas dificultades para distribuirlo de manera adecuada esto a causa de un incremento de demanda del agua, ya sea para la distribución de agua potable o para la utilización de las industrias que se encuentran posicionados en el país, esto pues genera un efecto en el desarrollo social de país ya que es uno de los indicadores principales para determinar un Índice de Desarrollo Humano (IDH). A partir de una indagación con respecto al aprovechamiento del agua se pudo determinar que aproximadamente el 80% del agua se utiliza para los riegos de agricultura, del

cual solo el 35% es aplicado de manera eficiente. Con respecto al aprovechamiento del agua en la población, se pudo identificar que la eficiencia que presentan las redes de distribución de agua potable no son las más óptimas para la cantidad de demanda que se solicita, dado pues esa problemática se pudo determinar que alrededor del 45% del agua que se utiliza en la distribución de agua potable se pierde en las redes de distribución, la cual genera que la población no alcance a contar con agua potable en sus viviendas, muy aparte de estos resultados para el caso particular de la zonas rurales solo el 49% de la población cuenta con agua potable en sus viviendas lo cual evidencia la falta de aprovechamiento de los recursos hídricos para cada una de la zonas. Para el marco situacional de las aguas residuales solo el 14% tiene un control adecuado. (Comisión Técnica Multisectorial, 2020)

A partir de las divisiones geográficas que se cuentan del país se puedo determinar que la región de Huánuco se encuentra entre 3 cuencas nacionales, las cuales son la cuenca del Alto Marañón, Alto Huallaga y Pachitea. Basado en esta información el MINAGRI pudo determinar la disponibilidad hídrica de cada cuenca en el contexto del año 2008 el cual fue obtenido en específico para la región de Huánuco (MINAGRI, 2008), lo cual arrojó los siguientes resultados:

**Tabla N° 1**

*Disponibilidad hídrica en la región de Huánuco sectorizado*

<b>Cuenca</b>	<b>Área Total (ha)</b>	<b>Lamina Escurrída (mm/año)</b>	<b>Volumen Disponible (mmc)</b>
Alto Marañón	767 032.78	457.92	3 512.40
Alto Huallaga	1 938 796.91	686.88	13. 317.21
Pachitea	980 717.35	915.84	8 981.80
<b>TOTAL</b>	<b>3 686 547.04</b>	<b>2 060.64</b>	<b>25 811.41</b>

Fuente: (MINAGRI, 2008)

Adicionalmente a ello pues se pudo caracterizar a la región de Huánuco de acuerdo al censo nacional de Población y Vivienda, se pudo estimar que Huánuco cuenta con el 3% de la población nacional y de ello se pudo calcular que 64.9% de la población se encuentra en pobreza. (ANA, 2012). De los estudios de caracterización poblacional en la región de Huánuco se pudo determinar a partir

de estudios previos, que el uso del agua se divide en uso poblacional, agrícola, Industrial y minero como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla N° 2**

*Uso de agua por cuenca hidrográfica en mm/año*

Uso	Cuecas Hidrográficas			Total	%
	Alto Marañón	Alto Huallaga	Pachitea		
Poblacional	2.43	23.76	3.70	29.90	14.69
Agrícola	22.96	144.43	0	167.39	82.22
Industrial	2.78	1.06	0	3.84	1.88
Minero	2.43	0.03	0	2.46	1.21
<b>TOTAL</b>	<b>30.60</b>	<b>169.28</b>	<b>3.70</b>	<b>203.58</b>	<b>100</b>
<b>%</b>	<b>15.03</b>	<b>83.15</b>	<b>1.82</b>	<b>100</b>	

Fuente: (MINAGRI, 2008)

De la caracterización de las cuecas en las cuales se encuentra la región de Huánuco, de la disponibilidad de recurso hídrico y su distribución también se pudo determinar el acceso de agua potable que se dan en las diferentes provincias de la región. Según GOREHCO (2018), se presentó una serie de resultados con respecto al acceso de agua potable en la zona, en general para el año 2018 la población rural que cuenta con un abastecimiento de agua potable ronda alrededor del 68.5% para el cual se presenta una brecha del 31.5% para la distribución de agua potable, para el caso particular de la zona urbana el porcentaje de población que cuenta con un abastecimiento de agua potable ronda los 94.2%. Estos estudios estadísticos fueron realizados en el contexto del año 2018, para el cual también se hicieron proyecciones a futuro los cuales tenían como finalidad la de lograr un abastecimiento total de agua para el año 2021, los cuales presentaron una cantidad de población que accedería al agua potable en la siguiente tabla:

**Tabla N° 3**

*Cobertura de agua potable en la región Huánuco*

Ámbito	2018	2019	2020	2021
<b>REGIÓN HUÁNUCO</b>				
Urbano	360 535	397 877	418 711	441 197
Rural	356 714	379 629	406 822	435 265
<b>TOTAL</b>	<b>737 249</b>	<b>777 505</b>	<b>825 533</b>	<b>876 462</b>

Fuente: (GOREHCO, 2018)

Sin embargo, estas proyecciones no fueron cumplidas y la región aún presenta graves deficiencias en la distribución del agua potable en las diferentes provincias que componen la región de Huánuco. Esto pues contradice los resultados que según (MINAGRI, 2017), la región de Huánuco tiene una disponibilidad alta de recurso hídrico con una disponibilidad per cápita en  $\text{m}^3/\text{hab}/\text{año}$  de 46 325, del cual, pues se puede deducir que la región no se encuentra en un estado de estrés hídrico, sino que tiene una mala gestión en relación a como se están distribuyendo los recursos hídricos en la zona.

## **1.2 Justificación e Importancia de la Investigación**

La cuenca del río Huallaga presenta una superficie de 209 600  $\text{km}^2$ , siendo cinco las autoridades locales que lo componen: Alto Huallaga, Tingo María, Huallaga Central, Alto Mayo y Tarapoto, siendo Huánuco el 34% de la población que abarca esta cuenca, el sector del Alto Huallaga es donde se encuentra la ciudad de Huánuco, la cual es una de las fuentes de agua para la provincia de Huánuco, no solo para la ciudad central sino también para la parte rural. Para la cuenca del río Higuera, que es uno de los ríos tributarios al río Huallaga, esta tiene una extensión de alrededor de los 738  $\text{km}^2$  con longitud de cauce de 88km, la pendiente media es de 2.8% con presencia de cauce mediforme, esta fuente de agua también es una de las cuales se usan para uso poblacional en la provincia de Huánuco. Teniendo en cuenta estas y otras fuentes de agua las cuales abastecen a la población de la provincia de Huánuco se planteó esta investigación con la finalidad de presentar un adecuado modelo para la administración de los recursos hídricos que se presentan en la provincia, y con ello se estimó una distribución de agua para toda la población de Huánuco y con ello se evitó las brechas de distribución que predominan en la provincia. Esta investigación se basó en la optimización de la utilización de los recursos hídricos para la provincia a partir de la disponibilidad hídrica que presenta la cuenca del Alto Huallaga en donde se encuentra localizada la provincia de Huánuco, esto con la finalidad de poder abastecer al 100% de la población con agua potable de acuerdo a las demandas que se estimaron en proyecciones a futuro, el cual presentó graves deficiencias

para poder dotar a la población de los volúmenes necesarios de agua. A partir de los resultados que se obtuvieron plantearon mejores distribuciones de los recursos hídricos, de la misma forma se plantearon sugerencias para el diseño de estructuras hidráulicas de acopio que requiera la zona para satisfacer la demanda de agua, esta investigación también sirvió como base para futuras investigaciones en la provincia que tengan por finalidad la óptima distribución del agua y el aprovechamiento de los recursos hídricos.

### **1.3 Viabilidad de la Investigación**

La presente investigación tuvo como viabilidad operativa estimar la disponibilidad hídrica de la cuenca alta del Higuera, mediante los datos de precipitación, y modelo en el software RS-Minerve con el cual se identificó que el uso de los recursos hídricos requirieron de una aplicación óptima en la distribución del agua dentro de la población demandante.

En la parte de viabilidad técnica se puede decir, que esta investigación fue factible debido a que se tuvo la información necesaria con la cual se lograron determinar valores relevantes de disponibilidad hídrica para la provincia y a partir de informes poblacionales se lograron determinar las demandas del volumen de agua.

La información hidráulica y los recursos técnicos estuvieron disponibles para la calibración del estudio que fue realizado utilizando el software RS-Minerve, que sirvió como software para la elaboración del modelo hidráulico conjuntamente con hojas Excel que facilitaron el procesamiento de los datos, se contó con un espacio suficiente y técnicamente fue factible esta investigación, esto debido a que la información que se requirió pudo ser extraída a partir de informes elaborados directamente en la zona de estudio y de las bases de información que brindan servidores estatales para la información relacionada.

La parte de viabilidad económica-social se tuvo un financiamiento que fue realizada totalmente con recursos propios, desde el inicio hasta el final de la investigación, este trabajo no generó ningún beneficio monetario personal.

En cuanto al ámbito social esta investigación aportó tanto a la comunidad académica, puesto que esta investigación servirá como base para futuras investigaciones en las cuales se requieran hacer análisis de disponibilidad y aprovechamiento de recursos hídricos, de la misma forma se plantearon los parámetros de mejora para el diseño de estructuras hidráulicas aprovechables. Relacionado a la población que habita la zona de investigación, pues se pudo determinar las demandas de agua que se requieren en la actualidad y a futuro en escenarios de crecimiento normal y crítico de la población, esto con la finalidad de abastecer a esas proyecciones con los volúmenes adecuados de agua.

## **1.4 Formulación del Problema**

### **1.4.1 Problema General**

¿Cómo mejorar la gestión de recursos hídricos a través de un modelo matemático aplicado en la cuenca del Alto Huallaga en la provincia de Huánuco?

### **1.4.2 Problema Específico**

¿Cuál es la disponibilidad de recursos hídricos en la provincia de Huánuco?

¿Cómo poder generar los caudales medios mensuales para el año de estudio y escenarios futuros en la provincia de Huánuco?

¿Cómo influye el crecimiento poblacional en el aprovechamiento de los recursos hídricos en la provincia de Huánuco?

## **1.5 Formulación de Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Analizar la gestión de recursos hídricos a través de un modelo matemático en el software RS-Minerve aplicado en la cuenca del Alto Huallaga en la provincia de Huánuco.

### **1.5.2 Objetivo Específicos**

Determinar la disponibilidad de recursos hídricos en la provincia de Huánuco.

Estimar los caudales medios mensuales para el año de estudio y un periodo mayor en la provincia de Huánuco.

Simular el crecimiento poblacional con la finalidad optimizar el aprovechamiento de los recursos hídricos en la provincia de Huánuco.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la Investigación**

##### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

El doctor en ingeniería civil (Fuster, 2013) en su trabajo de investigación titulado: “El estado de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Chile: Estudio de Casos en la cuenca del Río Limarí”, se planteó como objetivos, analizar de manera empírica el planteamiento chileno en el modelo de gestión hídrica a partir de las perspectivas de la GIRH, de la misma manera se plantearon los siguientes objetivos secundarios: 1) Analizar los factores teóricos característicos que presenta el modelo de gestión hídrica chilena e identificar cuales favorecen o limitan los factores de Gestión Integrada de Recursos Hídricos. 2) Detallar los factores característicos en el ámbito local con las cuales se evidencien como se ha estado gestionando los recursos hídricos para el completo acceso del agua. 3) Indagar las prácticas comunes en el ámbito de la gestión hídrica la cuales evidencian las facilidades o dificultades de la participación poblacional en las tomas de decisiones. 4) Establecer las relaciones entre los aspectos ambientales con los recursos de gestión de agua. 5) Plantear fundamentos con la finalidad de adaptar el modelo chileno para la gestión hídrica con el fin de adaptarse dentro de los modelos propuestos por GIRH. Arribo a las siguientes conclusiones: 1) Se identifico que en el plan actual de participación ciudadana con respecto al modelo de gestión chileno es deficiente, con ello se identificó la necesidad de elaborar un replanteo del modelo en el cual se fortalezca la participación ciudadana real y efectiva, adicionalmente a ello también incluir en el replanteo a los sectores participativos en la gestión que no son parte de los usuarios con la finalidad de mejorar los mecanismos participativos que se ejecutan dentro del modelo de gestión hídrica. 2) Teniendo en cuenta el análisis relacionado a la toma de decisiones dentro de un marco de gestión hídrica se pudo identificar que este es un resultado

de la agrupación de factores locales que están ligados con la cultura y tradición en relación a la gestión del agua, conjuntamente con factores legales los cuales definen a los grupos que pueden participar dentro de la gestión del recurso hídrico. 3)

(Parra, 2017) en su tesis titulada “La implementación de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en los consejos de cuenca del noroeste de México: los casos del Alto Noroeste y Rio Mayo.”. Tesis (Doctor en Ciencias Sociales). Universidad El Colegio de Sonora. En dicha tesis se tuvo como objetivo principal desarrollar el modelo a partir de un análisis con la finalidad de indagar la adición de la GIRH (Gestión integrada de recursos hídricos) para los consejos administradores de determinadas cuencas. La cual tuvo como conclusiones que; 1) Del análisis comparativo de ambos reglamentos se pudo determinar que el diseño es prácticamente igual con algunas diferencias en la estructura que corresponde a las particularidades en la cuenca y a la cantidad de miembros que conforman cada sector en la conformación de sus estructuras. A parte de ello se presentan 2 tipos de reglamentos muy similares que presentan el CCAN y el CCRM con similares funciones y características. 2) Con el análisis se pudo identificar que si bien las estructuras están establecidas estas presentan inestabilidades que se caracterizan por el alto grado de rotación de participantes y la falta de estos en algunos sectores relevantes de la organización, debido a ello se evidencia el alto grado de deficiencia en la interrelación en los actores participantes según lo establecido en la ley correspondiente al modelo.

Según (García, 2020) en sus tesis “Propuesta y análisis de metodologías para la evaluación de recursos hídricos mediante modelos precipitación – escorrentía”, siendo principalmente esta investigación se basa en la de elaborar un diseño de metodología basada en la aplicación técnico-científica completa que se encargue de la evaluación y análisis de los recursos hídricos en organizaciones naturales, que se regulen tomando

en cuenta los índices de explotación y teniendo en cuenta a los que evidencien una alta importancia e influencia de las componentes subterráneas. Teniendo como alguna de sus conclusiones las siguientes: 1) Con la investigación se concluyó que los modelos con una mayor eficacia a partir de los análisis que se plantearon fueron los de GR4J y HBV, estos modelos se pudieron identificar con un desempeño muy alto para la cuenca de formación natural u con un sistema de explotación del Júcar. Para la determinación de la eficacia de los modelos se realiza un análisis de las capacidades de reproducción de los valores bajos en los caudales, estos valores son relevantes en la evaluación y aplicación de una gestión adecuada de los recursos hídricos especialmente cuando hay evidencias de sequías. Finalmente, si se tiene una aplicación de más de 1 MPE esta mejorará la planificación y los parámetros de gestión de los recursos hídricos con los que cuente una cuenca en escala. 2) Con los análisis aplicados a los modelos utilizados se pudo identificar que una alta complejidad en sus procesos no asegura una determinación de resultados más confiables. A partir de la identificación de una gran variedad de modelos MPE, se pudo identificar que un modelo con una alta complejidad facilita la exploración de distintas fases del ciclo hidrológico a comparación de otros modelos más simplistas que no permiten la identificación en específico de las distintas fases del ciclo, se puede definir que la aplicación de los diferentes modelos de indagación dependen íntegramente del tipo de resultados que se requieran, es por ello que la complejidad de un modelo si bien está ligada a un alto valor de calidad varía dependiendo de la cantidad de resultados necesarios para la información establecida.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

Según (Julcamoro, 2017) en su tesis “Evaluación de la Disponibilidad del Recurso Hídrico en la Microcuenca del Rio El Tuyo en el Distrito de Catilluc, Provincia De San Miguel-Cajamarca, 2017”. El tesista señala

como su objetivo general la estimación de la disponibilidad de agua en la microcuenca del Río “el tuyo” utilizando el modelo determinístico. (pág. 13) Y obtuvo como conclusiones que; 1) Con los conocimientos de los parámetros físicos y meteorológicos de la cuenca y mediante la aplicación del modelo determinar, se puede estimar la disponibilidad de agua. 2) El valor en relación con los caudales determinados por el modelo determinístico-estocástico para los años promedios y para un periodo extendido muestran una relación directa con la precipitación.

(Ricca & Robles, 2014) en su tesis: “Evaluación de la disponibilidad de recursos hídricos superficiales y estrategias de gestión sostenible en la microcuenca rio negro-Satipo.” Los investigadores plantearon como objeto de estudio la identificación los efectos que se tenga al aplicar las metodologías de enfoque de cuencas con el fin de caracterizar de manera física y morfométrica las características que presente, con ello se plantean las variables mórnicas lineales, de superficie, desniveles y una identificación de los parámetros socioeconómicos que presenta la cuenca con el fin de estimar las cantidades, el nivel de calidad, los valores de demanda, estimación de la oferta hídrica y elaborar propuestas para hacer aplicación de una gestión de recursos hídricos integrados. De la investigación se pudo identificar que la microcuenca posee un área de 11292.30 hac, con un valor de coeficiente de compacidad de alrededor al 1.20 dando características de la cuenca de oval oblonga, el valor del índice de Horton es de 0.42 dando la característica de achatamiento de la cuenca, se estimó que la densidad de drenaje de la cuenca esta parametrizado por el valor de 0.76 km/km<sup>2</sup>, dentro de la microcuenca se pudo estimar alrededor de 13 centros poblados, dentro de ello alrededor de 6 comunidades nativas, con una población total de 8368 pobladores, del cual alrededor del 60% presenta una categoría de zona rural, se pudo identificar que la gran parte de la población se encuentra en los centros poblados denominados Rio Negro y Villa Pacífico, con ello se pudo estimar que alrededor del 50% de las viviendas están edificadas con un material

rústico, con ello de la caracterización socio económica se pudo determinar que un poco más de la mitad se centra en labores de agricultura, de la oferta hídrica identificada es de alrededor de 183 386 952 m<sup>3</sup>/año este valor se determinó sin tener en cuenta los efectos de la evapotranspiración, por el contrario si se tienen en cuenta los efectos de la evapotranspiración se puede estimar que la oferta hídrica ronda los 91 693 476 m<sup>3</sup>/año, a partir de estos valores se pudo determinar que la oferta hídrica total es de 78 539 657 m<sup>3</sup>/año, con estos valores y la caracterización de la cuenca se pudo establecer que para las propuestas de la GIRH, deben estar encaminadas a la regulación de la oferta y demanda hídrica que coexiste en la cuenca.

(Meneses, 2016) en su tesis: “*Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales en la Microcuenca de Apacheta – Huamanga – Ayacucho – 2016*”, tuvo como principal objetivo el desarrollar un inventario general y analizar los comportamientos de los recursos hídricos con los que cuenta la microcuenca formada por el río Apacheta localizada en el distrito de Vinchos en la provincia de Huamanga en la región de Ayacucho. La misma que concluyo que en la investigación se logró elaborar una sistematización de la información cartográfica de la cuenca que conforma la cuenca Apacheta, este proceso se realizó a partir de la aplicación del software ArcGis, en la cual lograron obtener los mapas de ubicación, mapas de hidrografía de la zona y los correspondientes mapas temáticos de la composición geomorfológica de la cuenca, con dicha información se logró estimar la disponibilidad hídrica con la cuenta la microcuenca de interés, adicionalmente a la elaboración de mapas temáticos se elaboró un modelo hidrológico en el cual se logró estimar los valores de precipitación regionalizados para la zona de la microcuenca de interés, y con ello estimar los valores de caudales en un denominado año hidrológico con la aplicación de la metodología determinística-estocástica de Luz Scholz. Con esto se pudo estimar que los valores de caudal varían desde un valor máximo ocasionado en el mes de febrero con un valor de 11.13 m<sup>3</sup>/s hasta los valores mínimos de caudal generados en los meses de octubre con un

valor de 0.84 m<sup>3</sup>/s, partiendo de dichos valores se pudo estimar que la disponibilidad hídrica para la cuenca es de alrededor 4.67 m<sup>3</sup>/año.

## 2.2 Bases Teóricas

### 2.2.1 Cuencas

Una cuenca hidrográfica de un río, lago, laguna, etc. Se define como el territorio donde las aguas afluyen desde un punto específico hasta una laguna, pero dichas aguas proceden de lluvias y se considera aguas afluyentes por ende son las que discurren superficialmente en ellas, luego de su trayectoria suelen emerger y se logran incorporar en el flujo superficial.

Una cuenca hidrográfica también tiene como definición en la cual se dice que es la superficie de terreno en donde la conducción del agua contribuye en una quebrar o río determinado dentro de la delimitación de la cuenca, se entiendo como una superficie de recolección o área donde las aguas provienen del río. (forest sevice , 2021)

**Figura N° 1**

*Cuenca Hidrográfica*



Fuente: (forest sevice , 2021)

Se sabe que una cuenca se delimita para tomar la superficie de estudio mediante mapeos o ortofotografías aéreas, también archivos dem, la cual sigue una línea la cual es de mayor altura o también se le dice divisoria de aguas, la cual se toma hasta poder tener toda el área las cuales el agua drena mediante un colector común, o puede ser un punto de captación, se puede también tomar una sección que este en el cauce principal o en la desembocadura.

Normalmente los planos que se usan para el análisis se tienen en escalas de 1:25 000 – 1:100 000, la cual depende de su objeto de estudio y también el tamaño que se tenga de la cuenca. En otras palabras se puede considerar que en las cuencas las cuales superan los 100 km<sup>2</sup> el plano que se usará debe ser de 1:100 000 de escala, la cual sea suficiente para poder realizar todo el proceso de análisis general en la cuenca. De la misma manera los demás planos los cuales se usaran para ese trabajo deben tener la misma escala y se recomienda que se trabaje mediante los mismos criterios cartográficos. Para los mapas que se consideren de una línea la cual es de mayor altura se puede representar por una forma cóncava la cual representan las curvas de nivel, por ello la parte de drenajes o lugares más bajos se puede determinar con una forma convexa de las curvas de nivel. (Zorrilla, 2011).

Dichos factores sirven en el estudio de:

- Identificación de características físicas de la cuenca
- Análisis de comparación de diversas cuencas
- Una estimación hidrológica de la interacción entre las respuesta y generación de sedimentos.
- Formulación para manejar una cuenca.

Algunas limitaciones:

- Caracterizar físicamente mapas en diferentes escalas.
- En cuencas que poseen semejantes condiciones de clima, suelo, altitudes y tipos de ejecución de actividades en su suelo, el valor de la superficie tiene implicancias directas en la estimación de los caudales críticos y consecuentemente en los valores de caudal estimados para diferentes periodos de retorno.
- En relación a los análisis de morfometría de cuenca se tiene en cuenta a la caracterización espacial teniendo en cuenta que esta debe considerarse como una unidad constituida y definida de acuerdo al paisaje de entorno de análisis, con ello se puede determinar y conocer las características de los componentes como la superficie de la cuenca, las características de la red de drenaje, los valores de pendiente media, las características de escurrimiento, entre otros. Con esto también se tendrá en cuenta los componentes que podrán ser determinados a partir de la información geográfica y si esta información se trabaja en conjunto a la información geomorfológica se lograrían obtener un análisis hidrológico completo en el cual se puedan aplicar métodos de planeación ambiental. (Hernandez, 2006)

#### **2.2.1.1 Características Fisiográficas de una cuenca**

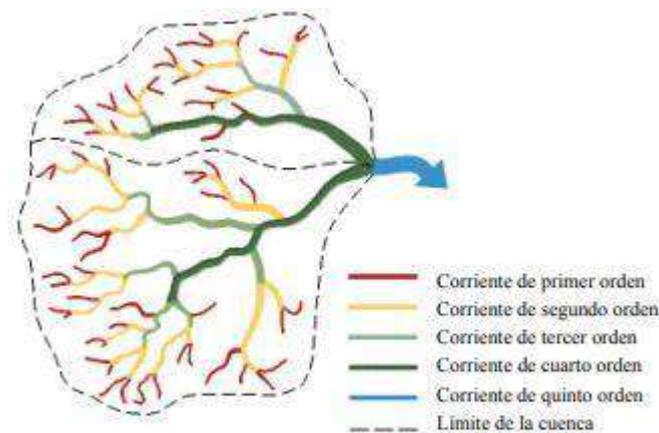
El sistema hidrográfico que es formado por las carteristas y corrientes de una cuenca, su representa de manera cuantitativa esto poder como el índice de forma, relieve, conexión de red fluvial.

**Numero de orden de un cauce:**

Según el americano (Horton, 2010) que fue el primero en realizar un método cuantitativo para el estudio de redes de drenaje, que lo realizó en 1940. Considero que las corrientes fluviales se pueden clasificar jerárquicamente, la de primer orden en la cual se realiza las cabeceras, sin corrientes tributarias; la de segundo orden que se forma con dos de la de primer orden la cual discurre hacia abajo para encontrar un cauce de segundo orden y pueda generar otro de tercera categoría y así sucesivamente.

**Figura N° 2**

*Clasificación de la pendiente media de un cauce*



Fuente: (Horton, 2010)

La corriente principal, indica una extensión de la red de corrientes en la parte interna de la cuenca, la cual tiene un orden.

Para el número de orden se tiene que definir de manera exhaustiva, observando que las ramificaciones estén correctas y así poder emplearlo para un propósito comparativo.

### **Densidad de drenaje:**

La densidad de drenaje (D) se calcula como la longitud total de los cauces y se divide por el área total del drenaje de la cuenca de estudio.

$$\sum \frac{L}{A} \text{ [m/m}^2\text{]}$$

La densidad de drenaje se considera como una medida de la textura de la red, la cual expresa de manera equilibrada la erosión del caudal y la resistencia terrestre que presenta la misma.

### **Área de la Cuenca:**

El área de una cuenca (A) de estudio se calcula como la suma de todas las superficies que son limitadas en las curvas topográficas. La cual sería una suma de una proyección horizontal.

### **Perímetro:**

Se simboliza con (P) la cual es la suma de la distancia de los límites de una determinada hoyo.

### **Índice de compacidad:**

También se le conoce como coeficiente De Gravelius. La cual se calcula a partir de la división entre el perímetro de la hoyo y perímetro de un círculo que cuente con la misma superficie.

$$K_c = 0.2821 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Se considera el  $K_c$  como un coef. Adimensional la cual tiene como consideraciones las siguientes.

$$K_c \approx 1 \text{ (cuenca regular)}, K_c \neq 1 \text{ (cuenca irregular)}$$

### **Coefficiente de forma:**

Este valor se determina a partir de la división entre el valor de la superficie de captación con la longitud axial de la hoya, esta longitud axial se estima a partir de la identificación de un punto de salida de la hoya hasta otro punto de salida alejado.

$$K_f = \frac{A}{L_a^2}$$

Si el valor del coeficiente de forma es mayor a 1 nos brinda indicios del grado de achatamiento que caracteriza a la cuenca, si el valor del coeficiente de forma es igual a 1 estaría indicando una cuenca idealizada ya que en la realidad no se presentan este tipo de cuencas.

### **Índice de alargamiento:**

Se puede definir que este índice es la proporción que existe entre el largo máximo de la cuenca con el valor del ancho de la misma.

$$I_a = \frac{Lm}{I}$$

Del valor obtenido para el índice se puede identificar que si el valor es mayor a 1 estos caracterizan a las cuencas alargadas, mientras que si el valor es cercano a 1 la cuenca presenta una distribución de su red hídrica en forma de abanico y puede ser característico de cuencas con un río principal corto. (Horton, 2010).

### **Coefficiente de masividad:**

Se calcula mediante la división entre los valores de altura media de la cuenca con el valor de la superficie de la cuenca.

$$K_m = \frac{Hm}{A}$$

Si se obtiene valores del coeficiente de masividad bajos se puede identificar que la cuenca se encuentra en zonas llanas, por el contrario, si se obtienen valores altos estos se caracterizan en cuencas montañosas.

### **2.2.1.2 Hoya o cuenca definida como sistema**

Se puede definir a una cuenca u hoya como una porción terrestre que se encuentra limitado de manera vertical por la biosfera y la litosfera cercana desde la perspectiva terrestre se considera que está limitada por la denominada divisoria de aguas que limita en un punto determinado del cauce. Dentro de una cuenca vista como una unidad territorial se puede identificar que presenta factores físicos, sociales y económicos que van ligados unos con otros. (Fernandez, 1999).

En el enfoque de sistemas esto significa que una cuenca es un todo funcional e independiente indivisible dentro del cual los sistemas sociales culturales económicos políticos legales instituciones tecnología producción, biología y materia interactúan entre sí a lo largo del tiempo y en espacio. También se ocupa de las interacciones y conexiones entre la parte alta media y baja de la cuenca propone opciones de gestión y reconoce el agua como un elemento integrado. (Jiménez, 2004).

En el enfoque que se encuentra dentro se considera que tiene varios elementos de suma importancia para proteger, restaurar, crear, manejar, comprender y operar. (García, 2020).

#### **Relevancia de una cuenca:**

Las hoyas o cuencas hidrográficas presentan una relevancia desde la perspectiva que plantea el ciclo del agua debido a que son geográficamente la zona donde se acumula los recursos hídricos superficiales y con ella se pueden platear los usos de dicho recurso. A partir de ello, se plantean generalmente todas las cuestiones de recursos hídricos se elaboran a partir de una perspectiva de cuenca. (World Wildlife Fund, 2000)

Se puede definir al agua como un material esencial para el aseguramiento de la seguridad ambiental y económico, con ello se pueden establecer planteamientos para la mejora del desarrollo de la población y a la vez cumplir con las necesidades que se den en el entorno actual; teniendo siempre en cuenta las afectaciones que se puedan ocasionar y logrando evitar dicha afectación a futuro, con ello se pretende establecer también un aseguramiento a las futuras poblaciones y generando una conciencia de los demandantes de agua asegurando la conciencia para las futuras generaciones. (Union Mundial para la Naturaleza, 2000)

La participación es un factor que permite la integración de los actores de la sociedad y crea un mecanismo de conexión entre las personas que habitan en los niveles superior medio e inferior además de abrir el espacio de negociación con otros grupos intereses y gobierno. promover modelos de políticas e intervenciones en las áreas de la cuenca. (Siles & Soares, 2003)

Teniendo en cuenta la participación de la comunidad en los factores de planificación y para la gestión de los recursos de agua en una determina superficie se pudo evidenciar que si la población es activa la gestión del recurso hídrico mejora considerablemente ya que se logran identificar las vulnerabilidades y cuestionamientos de la población demandante del agua, y a partir de ello establecer relaciones entre la población

usuaria y las autoridades para la elaboración de planes de gestión hídrico con un alto grado de eficacia. (Ramsar, 2004)

Si se requiere de una población activa y participativa en temas de gestión hídrica se requiere que el nivel de información que maneja la población sea alto y con un conocimiento claro de los problemas ambientales y las respectivas consecuencias que afecten directamente el nivel de calidad de vida que posee cada uno de los pobladores. (Ménaheem, 2004)

### **El agua como un recurso integral de una cuenca:**

El agua se considera un integrador el área de aguas arriba asegura la recolección de agua inicial y suministra esta agua a las regiones de aguas abajo durante todo el año. Los procesos en la parte superior de la cuenca siempre rebotan en la parte inferior debido al flujo unidireccional del agua y por lo tanto la cuenca debe ser gestionada como una parte integrada como una unidad. En la cuenca el agua funciona como distribuidora de importantes insumos generados por la actividad sistemática de los recursos. (Jiménez, 2004)

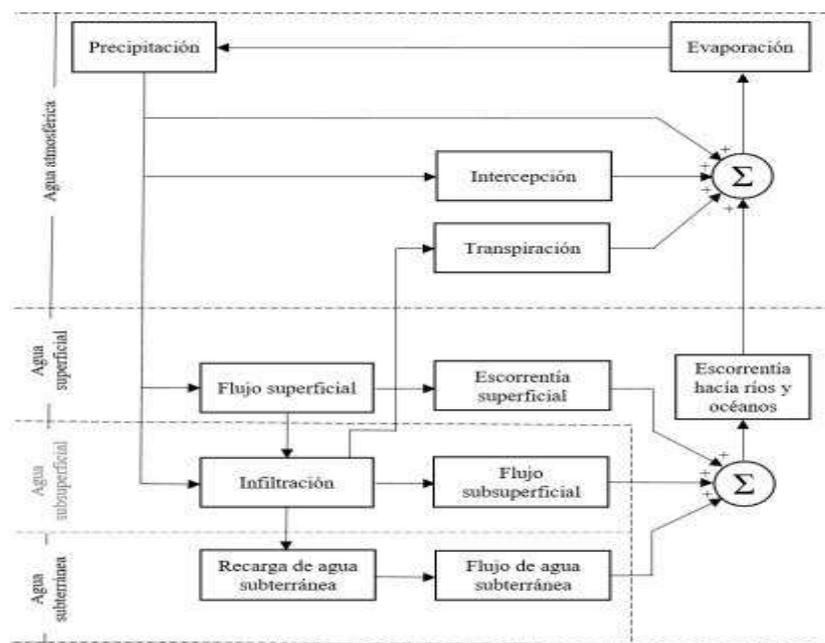
El movimiento de las aguas pluviales y la escorrentía superficial a través de la red de drenaje desde la parte superior de la cuenca hacia la parte inferior promueve la separación y arrastre de partículas (depósitos orgánicos y minerales) y provoca la formación delta - valle o llanura aluvial. Los sistemas hídricos también reflejan comportamientos dependiendo de cómo se manejan los recursos hídricos terrestres y forestales, así como de las actividades o infraestructura que los afectan. (Jiménez, 2004)

### 2.2.2 Ciclo Hidrológico

Según el (Maidment, 1993), el ciclo hidrológico se define como la circulación y almacenamiento del agua de la tierra. Donde se considera como el eje central de la modelación hidráulica y se le considera como un punto de partida para un estudio de recursos hídricos referente a una cuenca. Este ciclo no cuenta con fin ni con un inicio, también sus procesos se dan de una manera continua. El agua se evapora en los océanos y desde la superficie para formar parte de la atmosfera hasta que se llega a condensar y es cuando se obtiene las condiciones idóneas en la cual se precipita en la superficie o lo océanos.

Figura N° 3

Esquema del ciclo hidrológico



Fuente: (Maidment, 1993)

La precipitación se considera como la caída de agua de la atmosfera en esta liquido o solido a la superficie terrestre, mediante lluvias o nieve.

Se define al fenómeno de evaporación como el retorno del agua en estado líquido a la atmósfera generalmente se da desde una superficie de agua ya sea un lago, mar o río.

Parte de las lluvias se filtra al suelo donde se vuelve a distribuir y de allí regresa a la zona atmosférica por transpiración o percolación es decir pasa al subsuelo por efecto de la gravedad cuando se realiza el trabajo. Se sobrepasa el límite que puede contener el campo. Otra parte de la lluvia es retenida por la vegetación ya sea atrapada en pequeñas áreas de almacenamiento de superficie o fluye superficialmente hacia el sistema de drenaje de la hoya con lo cual se da origen al fenómeno de escorrentía de manera directa.

El líquido elemento que ingresa al subsuelo y no la transpiración desciende por la zona insaturada desde donde puede ascender a la superficie como agua subterránea o filtrarse hasta llegar al nivel freático. Subsuelo saturado o niveles de presión de los acuíferos (procesos de recarga) que son geológicas formaciones capaces de almacenar y transmitir agua.

Luego se abordarán algunas fases específicas del ciclo hidrológico mediante la implementación de modelos que conviertan la precipitación en caudales o insumos. La contribución de un río a un punto de un sistema fluvial se define como el volumen de agua que fluye a través de él durante un período de tiempo. En condiciones naturales esta contribución incluiría la cantidad total de escorrentía superficial directa de toda la cuenca ubicada aguas arriba y la escorrentía subterránea introducida en los canales aguas arriba desde este punto.

### **2.2.3 Elaboración del modelo hidráulico**

Un modelo hidráulico adecuado es relevante en las evaluaciones y el análisis de la gestión de los recursos hídricos. Con ello se podrán determinar los valores de los caudales que recorren la cuenca a través de

los sistemas de drenaje, se puede identificar que la determinación de los valores de caudal es una de las herramientas más relevantes para la solución de la problemática del control de la oferta y demanda de los recursos hídricos, con estos valores también se pueden estimar el control de inundaciones con la determinación de las áreas de inundación y entre otras determinaciones hidráulicas.. (Bellin, Majanoe, Cainelli, Alberici, & Villa, 2016)

La modelación hidrológica busca representar las diferentes fases involucradas en la hoya mediante fórmulas matemáticas que permitan formar el concepto de sistemas reales. Esto permite obtener aproximaciones cuantitativas de los impactos que tendrían diferentes escenarios sobre el desempeño de la cuenca sin tener que esperar a que ocurran para conocer una probable respuesta del sistema. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

### **2.2.3.1 Clasificación de Modelos**

Según (Chow, Maidment, & Mays, 1994) se plantean dos tipos de modelos tanto abstractos y físicos. El segundo incluye modelo "escalados" que representan el sistema a menor escala. En cuanto a los modelos abstractos, estos representan un sistema de manera matemática a través de un conjunto de ecuaciones que incluyen variables de entrada y salida. Sin embargo, crear un modelo que incluya variables aleatorias que dependan de las cuatro dimensiones del espacio-tiempo es un desafío difícil y complejo. Debido a esto, en muchos casos se requiere simplificar el modelo, ya sea omitiendo o asumiendo una fuente de variación en cada situación.

Luego clasificar los modelos presentados según tres características principales fue de interés para el desarrollo de este trabajo.

Desde el punto de vista de la aleatoriedad del sistema los modelos pueden ser: deterministas o estocásticos.

Los modelos determinísticos son aquellos que no consideran la aleatoriedad en el proceso de modelado, es decir, que ante una misma entrada siempre producen la misma salida. Estos modelos se basan a menudo en la utilización de series de datos históricos para su implementación. (Garcia, 2020)

Los modelos estocásticos es esencialmente proposiciones matemáticas sin ase en física cuyos resultados son al menos parcialmente aleatorios. Su aplicación se basa en series de probabilidades. Aunque todos los fenómenos hidrológicos implican cierto grado de aleatoriedad es probable que el cambio resultante en la producción sea pequeño en comparación con la variabilidad de otros factores conocidos. (Garcia, 2020)

Según (Vieux, 2001) los modelos pueden ser agregados, distribuidos y semidistribuidos:

Los modelos agregados suponen que la superficie de la cuenca es homogénea, lo que significa que todas las características y variables son iguales, sin tener en cuenta las variaciones espaciales dentro de la cuenca. Esto implica que los procesos hidrológicos ocurren en un solo punto que representa toda el área modelada. (Vieux, 2001)

Por otro lado, los modelos de distribución están dispuestos de manera más sofisticada dentro de la cuenca generalmente a través de una cuadrícula homogénea que puede observar la variación interna de la cuenca proporcionando características hidrológicas diferentes en cada punto de la cuadrícula. Los modelos distribuidos consideran que los procesos hidrológicos ocurren en diferentes puntos de la cuenca determinando las

variables del modelo según la personalización realizada. (Vieux, 2001)

A diferencia de los modelos agregados, los modelos semidistribuidos representan una versión mejorada en la que la cuenca hidrológica se divide en varias subregiones, cada una considerada como un modelo compuesto. Este enfoque permite definir las características hidrológicas de cada subregión, lo que resulta en una representación más precisa y personalizada de la cuenca y su variabilidad interna. Los procesos hidrológicos se consideran que ocurren dentro de cada subregión, y se aplican según los criterios establecidos en la superficie de la cuenca. Al aplicar esta técnica, se logran ciertas ventajas operativas y de TI sin tener que recurrir a un modelo distribuido completo. (Cabezas, 2015)

También puede ser conceptuales o de base física.

A diferencia de los modelos anteriores los modelos conceptuales no están vinculados a la estructura formal del conocimiento y desarrollan sus propias funciones de transferencia al intentar reproducir ciertas etapas del ciclo hidrológico. Suelen estar representados por depósitos o reservorios que están vinculados entre sí y funcionan realizando un alcance hídrico en cada reservorio. La mayoría de los modelos conceptuales son en sí mismos modelos sintéticos. (García, 2020)

Sus modelos basados en fórmulas basados en la física se basan en principios físicos y leyes que gobiernan el movimiento del agua en la atmósfera en las superficies terrestres y a través de medios porosos. Suelen ser ecuaciones diferenciales ordinarias o derivadas parciales que gobiernan cada proceso del ciclo que

modela y los complican considerablemente. Requieren un cálculo muy intensivo y muchos parámetros físicos se pueden obtener (y parcialmente) en condiciones experimentales. (García, 2020)

#### **2.2.4 Manejo de cuencas**

Inicialmente el enfoque que se tenía para el manejo de cuencas estaba centrado de manera principal en la captación de agua el cual pues por evolución y por el paso del tiempo llegó a componerse de procesos más complejos, dentro de ello pues ahora se tiene en cuenta con la protección de los recursos naturales, disminuir los efectos de los fenómenos externos que se presenten en la cuenca de interés, medidas de control con relación a la erosión que se pueda generar en la zona, tratamiento con la finalidad de recuperar zonas desgastadas o afectadas por acciones antrópicas, mejora de producción, todo dentro del marco de un desarrollo en gestión ambiental integrada. Los proyectos que se pueden incluir dentro del manejo de cuencas también están relacionados directamente con el desarrollo social de la población que habita dentro de la cuenca, pues por ejemplo dentro de dichas obras se pueden considerar redes viales, centros educativos, centros de salud y se amplía hasta analizar el comportamiento de la población con respecto a su relación con el ecosistema de la zona de ello pues se pueden plantear medidas de control como el uso de cocinas solares o digestores de biogás. (CEPAL, 2002)

**Figura N° 4**

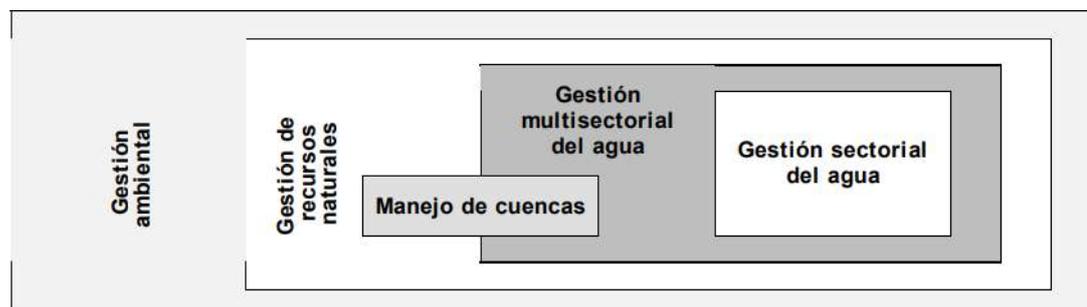
*Esquema de gestión en cuencas*

Etapas de gestión	Objetivos de gestión en cuencas			
	Para el aprovechamiento y manejo integrado	Para aprovechar y manejar todos los recursos naturales	Para aprovechar y manejar sólo el agua	
			Multisectorialmente	Sectorialmente
	(a)	(b)	(c)	(d)
(1) Previa	<b>Estudios, planes y proyectos</b> <i>(ordenamiento de cuencas)</i>			
(2) Intermedia <i>(inversión)</i>	<b>"River Basin Development"</b> <i>(desarrollo integrado de cuencas o desarrollo regional)</i>	<b>"Natural Resources Development"</b> <i>(desarrollo o aprovechamiento de recursos naturales)</i>	<b>"Water Resources Development"</b> <i>(desarrollo o aprovechamiento de recursos hídricos)</i>	<b>"Water Resources Development"</b> <i>(agua potable y alcantarillado, riego y drenaje, hidroenergía)</i>
(3) Permanente <i>(operación y mantenimiento, manejo y conservación)</i>	<b>"Environmental Management"</b> <i>(gestión ambiental)</i>	<b>"Natural Resources Management"</b> <i>(gestión o manejo de recursos naturales)</i>	<b>"Water Resources Management"</b> <i>(gestión o administración del agua)</i>	<b>"Water Resources Management"</b> <i>(administración de agua potable, riego y drenaje)</i>
		<b>"Watershed Management"</b> <i>(Manejo u ordenación de cuencas)</i>		

Fuente: (CEPAL, 2002)

**Figura N° 5**

*Esquema jerárquico de acción en cuencas*



Fuente: (CEPAL, 2002)

Según CEPAL (2002), en una gestión de cuencas se consideran etapas para el proceso de caracterización, los cuales son:

- Primera etapa: Es la etapa previa donde se plantean los estudios, formulan planes y proyectos de interés en la zona.
- Segunda etapa: Es la etapa intermedia donde se tratan las inversiones con la finalidad del aprovechamiento de los recursos naturales, estos en algunas referencias de estudio se

conoce como “desarrollo de cuencas” o “desarrollo de recursos hídricos”

- Tercera etapa: Etapa permanente de operación y mantenimiento de las edificaciones que se realizaron en la etapa anterior, dentro de esta etapa también se consideran las conservaciones de los recursos naturales que se encuentren aprovechados de manera poco controlada que al final pueden afectar al ecosistema de la zona.

De esta caracterización también se puede plantear un proceso de recursos naturales en cierto orden para el proceso de gestión de la zona:

- Primer grupo: Generalmente se consideran a las infraestructuras de la cuenca y los recursos naturales que existan en la zona.
- Segundo grupo: Solamente los recursos naturales de la cuenca.
- Tercer grupo: Uso diverso del agua.
- Cuarto grupo: Utilización sectorial del agua.

### **2.2.5 Gestión Integrada de los Recursos Hídricos**

La Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) es un proceso que fomenta una gestión y desarrollo coordinados del agua, la tierra y otros recursos relacionados con el objetivo de maximizar los beneficios económicos y sociales de manera equitativa, sin poner en riesgo la sostenibilidad de los sistemas críticos. La GIRH se enfoca en la gestión tanto de la oferta como de la demanda de agua, y se logra a través de una integración en dos categorías principales: los sistemas naturales que tienen una importancia crítica para la calidad y disponibilidad de los recursos, y los sistemas humanos que determinan principalmente el uso de los recursos, la producción de desechos y la contaminación del agua. (GWP

(Asociación mundial para el agua); TAC (Comité de Consejo Técnico), 2000)

La finalidad o desafíos de una gestión integrada de los recursos hídricos son los siguientes:

Asegurar el agua para las personas: A pesar que muchos países dan prioridad a satisfacer las necesidades básicas de agua para el ser humano uno de cada cinco de la población no tiene acceso a agua potable y la mitad de la población mundial carece de saneamiento adecuado. (GWP; TAC, 2000).

Asegurar el agua para la producción de alimentos: Hay cada vez más limitaciones de agua para la producción de alimentos iguales o mayores que la escasez de tierra. Actualmente el riego en la agricultura representa más del 70% de la extracción de agua. Debe surgir un serio conflicto entre el agua para riego agrícola y el agua para otros usos humanos y ecológicos. (GWP; TAC, 2000).

Desarrollar actividades creadoras de trabajo: Se sabe que todas las actividades que realizamos se necesitan del uso del agua y producen desechos, aunque algunas necesiten más agua o generan mayores desechos que otras. (GWP; TAC, 2000).

Es fundamental preservar los ecosistemas acuáticos, ya que ofrecen una amplia variedad de beneficios económicos, como la producción de madera y plantas medicinales, y brindan un hábitat para la vida silvestre y la reproducción de la tierra. La salud de los ecosistemas depende de varios factores, como el caudal de agua, las fluctuaciones estacionales, los niveles y la calidad del agua. Por lo tanto, la gestión de los recursos hídricos y terrestres debe garantizar que los ecosistemas estén protegidos y tener en cuenta los impactos negativos en otros recursos naturales, con el objetivo de mejorarlos siempre que sea posible al tomar decisiones de gestión y desarrollo. (GWP; TAC, 2000).

- La GIRH también tiene algunos principios que se deben de considerar:
- El agua como recurso vital, finito y vulnerable, lo cual es esencial para la vida, así como para el desarrollo y el ambiente,
- La mujer como si posee un papel importante para el manejo y protección del agua.
- Para poder desarrollar y manejar adecuadamente el agua se tiene que enfocar participablemente y también ser planificador y realizado a nivel político.
- El agua tiene un valor económico y tiene que ser reconocido como ello.

Los recursos hídricos también van de la mano con el ecosistema de la misma forma se tiene en cuenta que:

Después de analizar la información recopilada, se ha encontrado que el principal desafío al que se enfrentan los países iberoamericanos es garantizar que todos los habitantes tengan acceso a suficiente agua de buena calidad. El agua es un recurso esencial para diversas actividades humanas, como la agricultura, la energía, el transporte y el ocio. Sin embargo, su disponibilidad es limitada y su demanda ha aumentado debido al crecimiento demográfico y los cambios en el estilo de vida. Por lo tanto, la gestión del agua requiere especialistas que puedan anticipar y resolver conflictos entre diferentes sectores, regiones y generaciones, ya que nuestro uso de los recursos hídricos tendrá un impacto en el futuro. El ciclo del agua es un proceso complejo que implica la precipitación, la escorrentía, la transpiración y la infiltración a través de grandes áreas durante períodos prolongados. Para garantizar la sostenibilidad, es esencial comprender y tener en cuenta todas las etapas de este ciclo. Para lograrlo, se debe asegurar el uso y la distribución eficientes del agua dulce,

así como proteger la calidad de la cuenca y las aguas subterráneas antes del consumo y garantizar el tratamiento y la eliminación adecuados de las aguas residuales después del consumo. (Fernandez, 1999).

De la misma forma se tendrá una gestión de los recursos hídricos en las cuencas hidrográficas que son de suma importancia para este estudio:

Las estrategias para administrar el agua basándose en las cuencas hidrográficas han sido aplicadas de manera desigual y con diferentes enfoques en América Latina. La implementación de estas estrategias en toda la cuenca ha enfrentado numerosos desafíos debido a la competencia entre instituciones, conflictos entre gobiernos regionales y sectoriales, falta de recursos financieros, coordinación inadecuada, y falta de claridad sobre los roles de las instituciones. Sin embargo, a pesar de estos obstáculos, hay un interés generalizado en establecer y operar organismos de cuenca para mejorar la gestión del agua. La intención es fortalecer y complementar la capacidad de gestión del agua, mediante la creación de estructuras participativas y multidisciplinarias que promuevan la coordinación, consulta y acción a nivel de cuencas comunes. Este interés se refleja en las leyes nacionales recientemente aprobadas, así como en numerosas propuestas de nueva legislación y enmiendas a las leyes existentes. (Douroujeanni & Jouravlev, 2002).

Para la institucionalidad de GRH se sabe que: Esta es un área donde las etapas de desarrollo de un país las condiciones financieras y de recursos humanos las normas tradicionales y otras circunstancias particulares jugarán un papel para determinar qué es la consolidación apropiada en un contexto dado. El desarrollo institucional es esencial para la formulación e implementación de políticas y programas de GIRH. La división defectuosa de responsabilidades entre las partes el mecanismo de coordinación inadecuado la recha de autoridad o superposición y la recha en la coordinación de responsabilidad autoridad y capacidad para actuar son todas las causas del problema. (GWP; TAC, 2000).

La gestión de los recursos hídricos debe considerar las distintas agencias involucradas en sus respectivos contextos geográficos, incluyendo la estructura política del país, la unidad de recursos en la cuenca o acuífero y la existencia y capacidad de las organizaciones comunitarias. El desarrollo institucional no solo implica la creación de una organización formalmente integrada, sino también abarca el conjunto completo de normas, reglamentos oficiales, costumbres, prácticas, ideas, información, intereses y redes de grupos comunitarios que, en conjunto, proporcionan el marco institucional o el contexto en el que las partes interesadas en la gestión del agua y otras partes interesadas operan en el proceso de toma de decisiones. Uno de los objetivos fundamentales es reunir a las autoridades responsables de los diversos usos de los recursos hídricos en cada país, tales como el suministro de agua potable, la salud pública, la agricultura, el riego y la industria. (GWP; TAC, 2000).

Para el diseño institucional de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) es esencial considerar elementos como la ecología y la sostenibilidad, enfocándose en la prevención de daños ecológicos en lugar de corregirlos de manera costosa y difícil; promover la conciencia ciudadana sobre el valor económico del agua como medio para lograr un uso más eficiente y sostenible; ejercer la autoridad en los distintos niveles de decisión y enfatizar la importancia de la participación social y su conexión con la autoridad. (Osorno, 2003)

#### **2.2.6 Gobernabilidad de la Gestión**

La gobernanza en la gestión de los recursos hídricos se define como: La capacidad de una sociedad para coordinar y movilizar sus recursos de manera coordinada y sostenible en relación a los recursos hídricos es crucial. Para lograr un buen gobierno en este ámbito, es necesario seguir un conjunto de principios que incluyan la transparencia, la participación ciudadana, la eficiencia, la racionalidad, la motivación, la interacción, la justicia, la inclusión, la sostenibilidad, el compromiso y la ética. Estos

principios deben aplicarse en todo el sistema político, social y administrativo para garantizar una gestión adecuada de los recursos hídricos y la provisión de servicios públicos de agua en todos los niveles de la sociedad. (Douroujeanni & Jouravlev, 2002).

Para lograr una gestión adecuada de los recursos hídricos, se requiere la presencia de un Estado fuerte que asuma un papel de liderazgo en la gestión y que garantice el interés público, la equidad y la justicia social en el desarrollo económico y la protección del medio ambiente. En este sentido, resulta fundamental que el Estado fomente la coordinación complementaria entre los diferentes sectores de la sociedad, con el objetivo de alcanzar los objetivos establecidos en la política de aguas.

La misión del Estado es fomentar la formación de habilidades de colaboración, asociación, acción grupal, participación, diálogo y consulta en la sociedad civil. En la gestión del agua, el Estado tiene la responsabilidad directa -aunque no necesariamente exclusiva- tanto de la gestión de los recursos como de la resolución de conflictos. Por lo tanto, para llevar a cabo una gobernanza adecuada, se deben considerar factores de justicia social, eficiencia económica y sostenibilidad ambiental. Para estructurar su participación, es necesario contar con agencias de intervención que sean bien informadas, objetivas y efectivas. (Osorno, 2003).

En la actualidad, una de las principales causas de la crisis mundial del agua es la incapacidad para satisfacer las necesidades y expectativas de los diversos interesados en el recurso. Asimismo, una gestión deficiente de los recursos hídricos ha generado cambios en las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua, siendo la contaminación una de las principales causas que contribuyen a su degradación. (World Wildlife Fund, 2000)

## **2.2.7 Técnicas para la evaluación de recursos hídricos**

### **2.2.7.1 Técnicas Convencionales**

Esto se puede realizar a partir de los registros históricos de los caudales para poder determinar los caudales máximos, mínimos y medios, esto a partir de la realización de curvas de valores clasificados, estimaciones probabilísticas para la determinación de valores de caudales excedidos o no alcanzados. A partir de ello pues se puede analizar las capacidades de un cuerpo de agua frente a una modificación en su embalse específicamente en los retiros. Este tipo de estudios se pueden realizar con un registro histórico de 20 años o tan solo con 1 año, estos resultados pueden ser consistentes a medida del periodo de retorno que se determine, dando como resultado las estimaciones de un potencial hídrico confiable, de menor riesgo. La misma metodología se puede aplicar a las estimaciones de recursos hídricos en acuíferos los cuales se realizan a partir de los registros de agua subterránea que posean y evaluaciones de bombeo para poder determinar el volumen de agua que se pueda extraer en condiciones favorables para la población y el ecosistema. (OMM, 2000)

### **2.2.7.2 Balances de administración hídrica**

Según la OMM (2000), en la elaboración de obras hidráulicas aguas arriba ya sean derivaciones, represas o similares, estas traen como consecuencia una perturbación en el flujo natural fluvial lo cual hace que se generen una serie de deficiencias en la aplicación de métodos tradicionales para el aprovechamiento de los recursos hídricos. Otras soluciones planteadas se generan a partir de las ecuaciones básicas de balance en administración hídrica o también conocido como ecuación de balance hídrico:

$$\text{Caudal afluente} + \text{Almacenamiento al iniciarse el periodo} - \text{Uso del agua} \\ - \text{Caudal efluente} = \text{Almacenamiento al final del periodo}$$

Se sabe que para realizar un estudio hidrológico de una cuenca se trabaja en el periodo de un año hidrológico, pero con los avances tecnológicos, para la actualidad este tipo de estudio se plantean a partir de la información que se tenga el periodo de estudio ya no necesariamente tendría que ser un año hidrológico, esto se debe también a las características que se tengan en relación a la morfología de la zona. Para ello se plantean definiciones más profundas en relación a la ecuación de balance hídrico.

**Caudal Afluente:** Este valor se puede determinar a partir de valores de datos de flujo o precipitaciones relacionados directamente con el periodo de retorno de interés, la misma metodología se puede aplicar con relación a los afluentes subterráneos los cuales pueden ser usados para determinar valores estimativos para el caudal afluente en puntos críticos de interés.

**Almacenamiento al iniciarse el periodo:** se toma en cuenta las medidas en el primer momento del periodo de interés, por ejemplo, para un registro mensual el primer día mensual.

**Almacenamiento al final del periodo:** Este es el valor que se registra en el final del tiempo de interés, este valor se transforma en el valor inicial del siguiente periodo de interés.

**Uso del agua:** Para este parámetro se toma en cuenta los diversos usos del agua incluyendo los no consuntivos con el cual se mantiene el caudal aguas abajo. Para la evaporación que se presenta en los embalses, estos son considerados dentro de los usos. Para estudios de actualidad ya no se tienen en cuenta los

valores de los efectos que generan el uso hídrico de la misma manera su regulación, esto con la finalidad de conocer el estado natural del río. El valor del uso actual del agua se resta de los caudales que se estimaron para un periodo de retorno de interés con la finalidad de conocer los valores de constreñimiento en el río. De ello pues los especialistas pueden determinar las cantidades de agua que se requerirán en el presente o futuro estimado con la finalidad de generar planes para satisfacer las necesidades del área.

Cauda efluente: Es el valor de flujo que se encuentra por debajo de los embalses o en los puntos de derivación que se hallan determinado, dentro de ellos se pueden incluir los vertimientos para embalses, un flujo de cauce sin contar con los usos internos que se hayan determinado, derivaciones para estaciones de aforado para caudales, agua exportada y se pueden incluir valores de corrientes subfluviales o subterráneas que pasan estaciones de aforo en caudales.

### **2.2.8 Relación entre agua y población demandante**

El inicio de una transformación en la forma en que se gestionan los recursos naturales, especialmente los recursos hídricos, y la implementación de una gestión participativa e integrada, comienza con la comprensión de la interdependencia existente entre la población y el agua en las cuencas hidrológicas. La relación entre el ser humano y el agua es compleja y particular, ya que está influenciada por diversos factores como el clima, la topografía, la vegetación, la geología, las características socioeconómicas y culturales, así como los grupos que habitan en la cuenca. (Siles & Soares, 2003).

Para ello debemos tener en cuenta ciertas consideraciones como las que se muestra a continuación:

**Valoración:**

La seguridad ambiental se logra al aceptar, evaluar y cumplir con las responsabilidades individuales, sociales e institucionales para gestionar, conservar y restaurar adecuadamente los ecosistemas. La seguridad social se garantiza mediante un acceso equitativo, seguro y eficiente al agua, y a través de una conservación responsable y una gestión sostenible. Por otro lado, cuando se habla de seguridad económica, se busca revertir las tendencias actuales en los patrones de consumo, la demografía y la relación entre la sociedad y la naturaleza, para asegurar que las necesidades presentes y futuras del país, la población y la composición social sean satisfechas de manera adecuada. (Siles & Soares, 2003).

**Participación de la población:**

El poder a nivel local y la participación ciudadana en la toma de decisiones en la gestión del agua requieren asumir nuevas responsabilidades y participación activa. Los problemas del agua han tardado en llegar a esta etapa crítica; Encontrar soluciones requiere perseverancia y paciencia. A nivel local la energía y la capacidad pueden complementarse con la asistencia técnica de ONG centros de investigación o el gobierno. (Union Mundial para la Naturaleza, 2000)

**Para el consumo:**

A pesar de los diversos factores que afectan la calidad del agua destinada al consumo humano, es importante considerar los riesgos que surgen de la inadecuada protección del recurso hídrico, un manejo deficiente durante el tratamiento y la inadecuada preservación de su calidad, en la distribución y en la red doméstica. Además, es importante tener en cuenta que la ausencia de enfermedades en las comunidades abastecidas con agua de calidad deficiente o problemática no implica que la población no esté en riesgo de contraer enfermedades. (Organización Panamericana de la salud, 2004).

**Acceso seguro:**

El agua potable es aquella que cumple con los requisitos de calidad necesarios para satisfacer las necesidades humanas y que no representa riesgo para la salud. Para lograr esto, el agua debe ser sometida a procesos de filtración o depuración. Sin embargo, es insuficiente considerar únicamente la calidad del agua para determinar si es segura para su consumo. Es necesario tener en cuenta otros factores como la cantidad de agua disponible, la cobertura del suministro, la continuidad del suministro, el costo del acceso al agua y la cultura del agua. Es la combinación de todos estos aspectos lo que determina el acceso al agua potable. (Organización Panamericana de la salud, 2004).

Esto quiere decir que si se tiene agua segura nos da cobertura, calidad, continuidad, costo, cultura hídrica. Y de viceversa.

**Cobertura:**

Es necesario garantizar que toda la población tenga acceso sin restricciones a agua de buena calidad. Desafortunadamente, actualmente hay 1.100 millones de personas en todo el mundo que carecen de acceso al agua y 2.400 millones que no tienen acceso al saneamiento. En América Latina y el Caribe, aproximadamente 130 millones de personas no tienen acceso al suministro de agua potable, 255 millones no están conectadas al alcantarillado y solo 86 millones tienen acceso a un saneamiento adecuado. (Organización Panamericana de la salud, 2004).

**Continuidad:**

El servicio de agua debe ser constante y frecuente idealmente con agua disponible las 24 horas del día. El suministro intermitente o inoportuno además de causar inconvenientes por los requisitos de almacenamiento en el hogar afecta la calidad y puede generar problemas

de contaminación en la red de distribución. (Organización Panamericana de la salud, 2004).

### **Costo:**

El agua es un producto social, pero también un beneficio económico cuya adquisición y distribución incluye un costo. Este costo debe incluir el tratamiento mantenimiento y reparación de la instalación, así como los costos administrativos necesarios para un buen servicio. Aunque cada vez más personas entienden que el agua tiene un precio todavía hay quienes se resisten a aceptar las tarifas y persisten los desacuerdos sobre cuánto deben pagar las personas con escasos recursos por este servicio. (Organización Panamericana de la salud, 2004).

La mayoría de los problemas se muestran mayormente para países en proceso de desarrollo, la cual sus tarifas suelen colocarse por debajo del costo de prestación y por ello son se cobra de una manera uniforme. Por ello la baja recaudación es la que impide que se expanda los servicios en áreas no atendidas y limita los gastos para su tratamiento o mantenimiento como también su control de calidad.

### **Cultura de manera Hídrica:**

La cultura del agua se refiere a las tradiciones, principios, comportamientos y rutinas que una persona o comunidad adopta en relación a la relevancia del agua para el bienestar de todos los seres vivos, la disponibilidad del recurso en su entorno, así como las medidas necesarias para obtenerlo, tratarlo, distribuirlo, reciclarlo y utilizarlo de manera responsable en todas las actividades, con miras al desarrollo sostenible. En resumen, esta cultura implica un compromiso para valorar y preservar el recurso hídrico. (Organización Panamericana de la salud, 2004).

Especialmente cuando se trata de fomentar prácticas y costumbres que promuevan el uso adecuado del agua, es importante que los mensajes sean transmitidos a través de programas educativos que complementen las acciones que realiza el proveedor de agua. De esta manera se evita que se perciba la calidad del agua únicamente como un factor para prevenir enfermedades. (Rojas, 2002)

### **Monitoreo:**

Con el fin de evaluar y preservar la calidad del agua en una cuenca hidrológica, es esencial llevar a cabo un monitoreo constante que abarque la medición sistemática y periódica de parámetros físico-químicos y biológicos. Entre los métodos fisicoquímicos que se emplean para determinar su calidad se encuentran: la medición de la temperatura, el oxígeno disuelto, la demanda bioquímica de oxígeno, los niveles de fosfato y nitrato, el pH y la turbidez. Asimismo, se pueden utilizar parámetros biológicos para determinar la calidad del agua. (Rojas, 2002).

### **Calidad:**

La calidad del agua se define por su composición química y propiedades físicas y biológicas, que son resultado de procesos naturales y antropogénicos. La calidad natural del agua y su variación en el espacio y el tiempo pueden ser modificadas por diversas actividades socioeconómicas, dependiendo de las características de dichas dinámicas. Por lo general, la calidad del agua se expresa en términos de cantidades mensurables que están relacionadas con su utilidad o capacidad de uso. (García, 2020).

## **2.2.9 Estimación de poblaciones**

Para el aprovechamiento del agua una de las características principales es la del abastecimiento a la población, de ello pues se plantean metodologías para la determinación de poblaciones futuras y por ende

poder así determinar el volumen de agua que se consumen y que se requieren satisfacer. Para esta finalidad se presentan las siguientes metodologías de determinación de poblaciones:

### 2.2.9.1 Método Aritmético

Para poblaciones con características de franco crecimiento:

$$P_f = P_o + r(t - t_o)$$

Del cual se sabe:

$P_f$  = Población a determinar

$P_o$  = Población inicial

$r$  = Razón de crecimiento

$t$  = Tiempo futuro

$t_o$  = Tiempo inicial

### 2.2.9.2 Método de interés simple

Es la interpretación de una población como un capital que se encuentra en un interés simple:

$$P_f = P_o (1 + r(t_f - t_o))$$

Del cual se sabe:

$P_f$  = Población a determinar

$P_o$  = Población inicial

$r$  = Razón de crecimiento

### 2.2.9.3 Método de la parábola de segundo grado

Este tipo de metodología se utiliza de preferencia en poblaciones con un asentamiento reciente para el cual solo se requerirán datos de 3 censos el cual se aplica en la siguiente fórmula:

$$P = A\Delta t^2 + B\Delta t + C$$

Del cual se sabe:

$P$  = Población a calcular

$A, B, C$  = Constantes

$\Delta t$  = Intervalo de tiempo

### 2.2.9.4 Método geométrico

Este tipo de metodología se aplica en poblaciones en cual se encuentre en la parte inicial o en temporada de saturación, pero esta metodología no se aplica en poblaciones con franco crecimiento:

$$P = P_0 r^{t_f - t_0}$$

Del cual se sabe:

$P$  = Población a determinar

$r$  = Factor de cambio de poblaciones

$t$  = Tiempo en el cual se calcula la población

$t_0$  = Tiempo inicial

### 2.2.9.5 Método racional

Esta metodología se basa en los parámetros en el cual se encuentra la población y determinan de alguna manera el crecimiento poblacional. Como, por ejemplo, presencia de centros educativos, aspectos socio económicos, culturales, etc. Esto se puede determinar a partir de la siguiente fórmula:

$$P_f = P_a + \left[ \begin{array}{c} \text{Crecimiento} \\ \text{Vegetativo} \end{array} \pm \begin{array}{c} \text{Movimiento} \\ \text{Migratorio} \end{array} \right] T^0$$

$P_a$ = Referido la zona de estudio

$Crec. veg$ = Nacidos-Defunciones

$T$ = Tiempo en años

$P_f$ = Población futura

Esto a partir de los datos recopilados de acuerdo a los municipios de interés.

### 2.2.9.6 Método de saturación

Este método se basa en la determinación de habitantes que según reglamento deben ser alrededor de 6 personas por lote y pues se determinan las zonas donde se ubiquen los lotes.

### 2.2.9.7 Método Sunass

$$P_f = P_a(1 + 0.015)^{18}$$

$P_a$ = Referido la zona de estudio

$P_f$ = Población futura

### 2.2.9.8 Método de incrementos variables

Se plantea a partir de la siguiente ecuación:

$$P_T = P_n + m\Delta_1p + \frac{m(m+1)}{2}\Delta_2p$$

Del cual se sabe:

$$\Delta_1p = \frac{p_n + p_0}{n-1} \quad y \quad \Delta_2p = \frac{(p_n - p_{n-1}) - (p_1 - p_0)}{n-2}$$

Lo cual se puede definir de la siguiente manera:

$P_T$ = Población en el año t

$P_n$ = Población de referencia a partir de censo

$m$ = Intervalo de tiempo entre  $P_n$  y  $P_T$

$\Delta_1p$ = Promedio entre intervalos variables

$p_{n-1}$ = Población penúltima de referencia

$p_1$ = Población siguiente a del inicio

$\Delta_2p$ = Promedio de los incrementos variables en la población

$p_0$ = Población de partida

$n$ = Número de clase con intervalos de 10 años para la población

### 2.2.10 Huella hídrica

Se define a la huella hídrica de manera simplificada como un indicador de consumo y contaminación de los recursos hídricos que se aprovechen de una zona de interés, dentro de ello se contemplan las dimensiones directas e indirectas. (Huella de ciudades, 2015)

### 2.2.10.1 Identificación de sectores de interés

Según Huella de ciudades (2015), para el estudio de la huella hídrica en las ciudades se puede determinar a partir de sectores de interés, esto puede ser a partir de una caracterización de las zonas de interés tales como:

- Residencias
- Industrias
- Sectores comerciales
- Zonas públicas

Cada uno de los sectores se pueden enfocar de diversas maneras al ser cuantificadas como se muestra a continuación:

**Tabla N° 4**

*Enfoque de las Huellas Hídricas por sectores*

Sector	Enfoque de cuantificación		Huellas hídricas cuantificadas			
	Grupo de consumidores	Procesos	HH Azul	HH Gris	HH Verde	HH indirecta
Residencias	X		X	X		X
Industrias		X	X	X		
Comercio	X		X	X		
Público	X	X	X	X	X	X

Fuente: (Huella de ciudades, 2015)

### 2.2.10.2 Cuantificación de las huellas hídricas

Para la determinación de una huella hídrica por ciudades se tiene que realizar las sumatorias de las huellas determinadas por cada sector que la compone, como se muestra:

$$HH_{Ciudad} = HH_{Sector1} + HH_{Sector2} + \dots + HH_{Sectorn}$$

Para la determinación de las huellas hídricas por sectores se tiene que componer a partir de la sumatoria de las huellas hídricas directas e indirectas, como se presenta a continuación:

$$HH_{Sector1} = HH_{Azul} + HH_{Gris} + HH_{Verde} + HH_{Indirecta}$$

Cada uno de los cuales serán profundizados en los siguientes puntos.

### 2.2.10.3 Huella hídrica azul

Se puede definir a la huella hídrica de manera matemática a partir de la siguiente manera:

$$HH_{Azul} = Incorp. + Evap. + Pérdida de flujo de retorno$$

Del cual se sabe:

*Incorp.* = Volumen de agua incorporada

*Evap.* = Volumen de agua evaporada

*Pérdida de flujo de retorno* = Volumen de agua que no retorna a la cuenca.

Otra manera de determinar la huella hídrica azul puede ser a partir de los valores de incorporación y evaporación del agua, el cual se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$HH_{Azul} = Afluyente - Efluyente$$

Del cual se sabe:

*Afluyente* = Volumen de agua usado en la actividad evaluada

*Efluyente* = Volumen de agua calculado

El valor de la huella hídrica se puede determinar también determinando los valores de la huella azul per cápita y esto se multiplica por la cantidad de población que se encuentre en la zona:

$$HH_{Azul} = HH_{Azul \text{ per cápita}} \times \#hab.$$

A determinación tiene el orden de determinación a partir de cómo se planteó en los pasos anteriores.

#### 2.2.10.4 Huella hídrica gris

En cualquier situación que se encuentre el contexto de la zona se puede determinar a partir de la siguiente ecuación:

$$HH_{Gris} = \frac{(Vol_{efl} \times C_{efl}) - (Vol_{afl} \times C_{afl})}{C_{m\acute{a}x} - C_{nat}}$$

Del cual se sabe:

$Vol_{efl}$  = Volumen efluente

$Vol_{afl}$  = Volumen afluente

$C_{efl}$  = Coeficiente de efluente

$C_{afl}$  = Coeficiente de afluente

$C_{m\acute{a}x}$  = Concentración máxima

$C_{nat}$  = Concentración natural

#### 2.2.10.5 Huella hídrica verde

Este valor se puede determinar a partir de la determinación de las huellas verdes que se encuentren cuantificadas en la zona

en su amplia variedad de especies, esto se puede expresar en la siguiente fórmula matemática:

$$HH_{Verde} = HH_{Verdepasto} + HH_{Verdearbusto} + \dots + HH_{VerdeE}$$

#### 2.2.10.6 Huella hídrica indirecta

Para determinar la huella hídrica indirecta se tiene que conocer los valores de cantidad de productos consumidos por la población transformado al equivalente hídrico que le corresponde, esto se puede expresar matemáticamente de la siguiente manera:

$$HH_{Ind} = \sum_p (C_p \times HH_{Prod})$$

Del cual se sabe:

$C_p$  = Cantidad de productos consumidos

$HH_{Prod}$  = Huella hídrica equivalente al producto en volumen de agua

#### 2.2.11 RS-Minerve

El software se basa en la simulación de escorrentías y como se genera su propagación. El software se desarrolló en el centro de investigación del medio alpino en Suiza CREALP en unión con la empresa HydroCosmos en unión a las universidades de Valencia y la Federal de Lausana. Este software permite generar modelos de redes hidrológicas e hidráulicas con un grado de complejidad alto basado en modelos semidistribuidos. En el entorno de dicho programa también se aceptan los parámetros de nieve, deshielo, flujos de agua subterráneos, con relación a las estructuras que se pueden encontrar en el transcurso de una red hídrica también el software

cuenta con modelos precargados de compuertas, cruces, turbinas, bombas, etc.

### **2.3 Bases Conceptuales**

#### **Ancho medio ( $A_m$ ):**

Se considera como el promedio del ancho que es medido en todas las secciones de la cuenca. Y se define como el cociente del área y la longitud axial. (Garcia, 2020)

#### **Área entre dos cuencas de nivel ( $A_{cn}$ ):**

Se considera como la superficie la cual está proyectada en un plano horizontal del área en las dos curvas de nivel consecutiva. (Garcia, 2020).

#### **Área impermeable ( $A_i$ ):**

Se le define como la superficie de las zonas rocosas o de un suelo que tiene una textura de una baja capacidad de infiltración. (Garcia, 2020)

#### **Diferencia de elevación de la cuenca ( $E_c$ ):**

Según (Garcia, 2020) “La diferencia de altitud entre el punto más alto de la divisoria y el punto de salida de la cuenca hidrográfica es un factor importante en la distribución térmica y la creación de microclimas y hábitats únicos. Esta variación altitudinal es un indicador de la cantidad de agua que fluye en una región y es fundamental para describir las diferentes zonas climáticas y ecológicas presentes en ella.”

#### **Longitud axial ( $L_a$ ):**

Longitud en línea recta del eje mayor en la cuenca. (Garcia, 2020).

#### **Longitud del cauce principal ( $L_c$ ):**

Se considera la distancia del cauce principal desde el río receptor hasta su nacimiento la cual está cerca de la divisoria. Se calcula como la suma conjunta de la longitud de los cauces que se consideran como secundarios (Lcs) de la longitud total de cauces (Ltc). Se le considera como un influyente en el tiempo de concentración y la mayoría de casos de los índices morfométricos, la cual se obtiene de los mapas. (García, 2020).

**Longitud total de curvas de nivel (Ltcn):**

Se considera como una suma de las longitudes de todas las curvas de la cuenca.

**Orden de corriente:**

Según (Londoño, 1995) “Se obtiene agregando corrientes considerando una corriente de primer orden en una única corriente sin afluentes una corriente cuadrática donde se encuentran dos corrientes de primer orden una corriente terciaria donde convergen dos corrientes cuadráticas etc. Este indicador indica el nivel de estructura de la red de drenaje. En general cuanto mayor es el nivel actual mayor es la red y más claramente definida su estructura. Asimismo, un orden superior generalmente indica la presencia de controles estructurales y una mayor probabilidad de erosión o posiblemente una cuenca hidrográfica más antigua (en ciertos tipos de relieve)”

**Pendiente media de la cuenca (Pm):**

Se conceptualiza como una pendiente media que constituye de un elemento importante referente al agua cuando cae en la superficie, por la velocidad que la adquiere y la erosión que se produce. (García, 2020)

## **2.4 Bases Filosóficas**

### **Ontología**

Ontología es un término en la filosofía burguesa utilizado para referirse a la teoría del ser de la existencia que a diferencia de la gnoseología es la teoría del conocimiento. El rasgo sobresaliente de la filosofía burguesa y la lógica formal es la oposición a la teoría de la existencia con la teoría del conocimiento y el intento de construir teorías sobre modos de pensar externos e independientes de la existencia sobre la realidad objetiva que allí refleja. (ontologia, 1946)

Esta investigación tuvo como base a la ontología la cual estudia todo lo relacionado o existente referente a un proceso social, el cual es el proceso social para evaluar los recursos hídricos; que de la misma forma tiene un enfoque educativo.

## **2.5 Bases Epistemológicas**

### **Empirismo Clásico**

Estrictamente lo que llamamos "empirismo" o "empirismo clásico" que se ha desarrollado en las Islas Británicas en los tiempos modernos (principalmente en el siglo XVIII) en contraste con el racionalismo continental o el racionalismo clásico y fueron representantes más importantes de Locke Hume y Berkeley. Este empirismo rechaza las ideas innatas al tratar la mente como una hoja de papel en blanco en la que se escribe la experiencia rechazando la intuición intelectual sobre algo que no sea la mente misma y aceptando solo la percepción como método de conocimiento. A diferencia del empirismo del siglo XX el empirismo clásico considera legítimas las percepciones tanto internas como externas. (Empirismo Clasico, 2018)

Debido a que este estudio tuvo como base la experiencia, ideas o hechos para poder analizar los recursos hídricos de manera óptima.

### **Positivismo**

El positivismo surgió en el siglo XIX y sus predecesores fueron autores tan famosos como Saint Simón Auguste Comte y Stuart Mill.

Esta filosofía surge de la necesidad de considerar los fenómenos sociales con la misma metodología y ubicarlos en la misma categoría que las ciencias naturales. Así el positivismo defiende que el conocimiento se adquiere a partir de la experiencia y asegura que el método científico es la única forma de lograrlo. Por tanto, se opone a la tendencia a rechazar la experiencia como método de investigación.

Debido a que esta investigación partió de una proposición la cual corresponde a un hecho, mediante una veracidad. (Marín, 2021)

## **2.6 Bases Antropológicas**

Según su tipo de iteración

### **Focalizada**

Aquella que tiene que está relacionada con informaciones mediante la comunicación, donde las personas se reúnen y entre ellas cooperan abiertamente para un mismo centro de atención, la iteración se da de manera cara a cara, lo cual muestra una realidad social en cada ocasión de las condiciones de información.

### **No Focalizada**

Es aquella en donde las informaciones expresadas se logran obtener mediante la observación al individuo que se encuentre en el campo visual, esta interacción se da sin ningún intercambio verbal, solo se enfoca en las reglas de presencia física, por ello se considera puntos focales las cuales son múltiples y de manera variable, por lo que su accesibilidad es cambiante.

## CAPÍTULO III

### SISTEMA DE HIPÓTESIS

#### 3.1 Formulación de Hipótesis

##### 3.1.1 Hipótesis General

La elaboración de un estudio de Recursos Hídricos en el software RS-Minerve, nos permite mejorar la gestión en la disponibilidad de hídrica que se tiene en la cuenca del Alto Huallaga en la ciudad de Huánuco.

##### 3.1.2 Hipótesis Específica

La elaboración de un estudio de Recursos Hídricos nos permite, analizar las características de la gestión de hídrica que se tiene como un mecanismo de acceso en la localidad de Huánuco.

La elaboración de un estudio de Recursos Hídricos nos permite, generar los caudales medios mensuales para el año de estudio y un periodo mayor en la localidad de Huánuco.

La elaboración de un estudio de Recursos Hídricos nos permite, elaborar un plan de contingencia para satisfacer las demandas de agua de una población futura.

#### 3.2 Operación De Variables

**Tabla N° 5**

*Operacionalización de Variables*

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
	Variación poblacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Población actual</li> <li>• Población estimada a futuro</li> <li>• Población estimada a futuro en un escenario crítico</li> </ul>	Censos Software
<b>V. dependiente</b> Gestión de la disponibilidad hídrica	Actividades relacionadas al uso del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso del agua en población</li> <li>• Uso del agua en agricultura</li> <li>• Uso del agua en industria</li> </ul>	Fichas hídricas
	Demandas de recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda actual de agua</li> <li>• Demanda proyectada de agua</li> </ul>	Fichas hídricas Software
<b>V. independientes</b> Recurso hídrico	Fuentes de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ríos</li> <li>• Lagos</li> <li>• Estructuras hidráulicas</li> </ul>	Informes

Estado actual de los recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudales medios de la cuenca</li> <li>• Potencial hídrico disponible</li> </ul>	Bases de datos hidrometeorológicos
Estado de distribución de recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen hídrico utilizado actualmente</li> <li>• Distribución del agua por sectores sociales</li> </ul>	Fichas hídricas Software

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3 Definición Operacional de las Variables

#### 3.3.1 Variable Dependiente

Gestión de la disponibilidad hídrica, esto se basa dentro del análisis de la población y la forma en que el incremento de ella o la disminución afectan el aprovechamiento de los recursos hídricos disponibles dentro de una zona de interés, esto pues se da a partir del uso que la población da al agua ya sean en actividades económicas, como la agricultura o industria, o también en actividades netamente domésticas. Estas actividades influyen en la demanda que se requiere para satisfacer las necesidades de la población. La presente investigación tuvo como finalidad la de realizar un modelo con el cual la gestión de los recursos hídricos fuese satisfecha no solo para la población actual sino también para la población a futuro que se proyecta en la zona de interés ya sea debido a un incremento de decrecimiento de población en la zona.

#### 3.3.2 Variable Independiente

Recurso hídrico, se basó íntegramente en hacer un reconocimiento de las fuentes de agua que se encuentren ligadas a la zona de interés, esto se pudo determinar a partir de las entidades e informes realizados a nivel estatal para el aprovechamiento de los recursos hídricos. Junto a ello se hizo un análisis del estado en el cual se encuentren las fuentes de agua y cuáles son los caudales con los que cuenta para su aprovechamiento sostenible, esto se logró a partir de estudios netamente hidrológicos que se aplicaron a las fuentes de agua de la zona. Otro de los parámetros que influyeron en la caracterización del recurso hídrico es el de identificar de qué manera se distribuyeron los recursos y si tienen una óptima

distribución para satisfacer las demandas poblacionales con el cual se determine el estado situacional actual para poder realizar las estimaciones para su mejora en gestión, esto se logró a partir de una caracterización hídrica de la zona tanto como en fuentes y en demanda, las cuales se obtuvieron de informes regionales aplicadas a la población con lo cual se determinó la satisfacción de las demandas con relación al recurso hídrico.

## CAPÍTULO IV

### MARCO METODOLÓGICO

#### 4.1 **Ámbito de Estudio**

El ámbito de estudio de esta investigación tuvo como lugar la provincia de Huánuco la cual se encuentra ubicado de acuerdo a coordenadas geográficas (9°55'46"S 76°14'23"O), está ubicado en una región céntrica oriental del Perú, la cual tiene un clima variado, entre seco y soleado, con una temperatura de 28°C y 29°C, todo el año.

#### 4.2 **Tipo y Nivel de Investigación**

##### 4.2.1 **Tipo de investigación**

Según Nicomedes (2018), define a una investigación de tipo aplicada a la que se orienta en la solución de problemas a partir de los problemas que genere una distribución humana. Este tipo de investigaciones están orientadas a mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de los sistemas, los procedimientos, normas, reglas tecnológicas actuales a la luz de los avances de la ciencia y la tecnología.

A partir de ello pues ya que la finalidad de esta investigación fue presentar una mejora en la gestión de recursos hídricos en la cuenca del Alto Huallaga en la región de Huánuco, el tipo de investigación que más se ajusta a los objetivos fue la de una investigación de *Tipo Aplicada*.

##### 4.2.2 **Nivel de la investigación**

Según (Hernández, 2014), se define a una investigación correlacional a los que buscan establecer relaciones o correlaciones entre dos o más variables. A través de análisis estadísticos, se determina si existe una relación significativa entre las variables, pero no implica causalidad.

A partir de los conceptos planteados y ya que la presente investigación relacionó las características de una comunidad con respecto al uso y

distribución del agua, unido a esto se plantea la idea de relación que existe entre los recursos hídricos y su respectiva gestión, la cual varía una dependiendo de la otra. Se puede decir que la investigación tiene un nivel *Correlacional*.

### **4.3 Población y Muestra**

#### **4.3.1 Descripción de la Población**

La población según (Hernández, 2014) La categoría en cuestión engloba todos los elementos que poseen una serie de características similares entre sí. Estos elementos pueden ser objetos, personas o dimensiones que coexisten en un mismo lugar y presentan una gran diversidad en sus atributos.

De lo mencionado con anterioridad y ya que la investigación se centra en la cuenca del Alto Huallaga, se planteó como población de investigación a la *Provincia de Huánuco*.

#### **4.3.2 Muestra y Métodos de Muestreo**

Según Tamayo (2004), “La muestra está formada por una pequeña cantidad de individuos que adquieren del total de la población para posteriormente ser investigada y estudiada de forma continua”. De acuerdo con lo anterior se puede decir que la muestra tiene el propósito de hallar las características que tiene la población de acuerdo con las propiedades particulares.

Basándonos en la definición previamente mencionada, se seleccionaron como muestra de investigación los distritos de Pillco Marca, Amarilis y Huánuco, dado el método de muestreo que está enmarcado en la provincia de Huánuco.

#### **4.3.3 Criterio de Inclusión y Exclusión**

##### **Criterios de inclusión**

- Zonas que son captadas por la EPS Seda Huánuco y se abastecen de la captación del río Higueras.

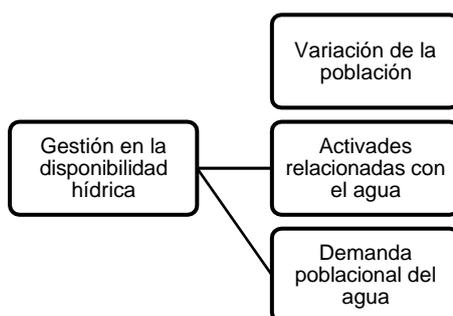
#### Criterios de exclusión

- Zonas que no se abastecen de la captación del Río Higueras.
- Zonas que no se encuentran dentro de la distribución de la EPS Seda Huánuco.

#### 4.4 Diseño de Investigación

Según (Hernández, 2014), para que una investigación sea no experimental, tiene que cumplir con los siguientes requisitos los cuales son que la elaboración no se manipula ni se experimenta o se cambia con la variable libre, las cuales al indagar casos anteriores o que ya acontecieron, la cual al “interacción que poseen las cambiantes entre si se proporcionan de forma usual y se analizan de tal forma en cómo se suscitan los casos” (pág. 152).

De acuerdo con el párrafo anterior previamente citado el diseño de la averiguación es *No Experimental*, esto debido a que la presente investigación no modificará los valores que se obtengan en campo, sino que solo recolectaran y procesaran los datos que se puedan recoger de censos nacionales aplicadas a la población. Adicionalmente a ello se puede decir que la investigación tiene característica *Transversal* debido a que solo se analizará en un solo periodo de tiempo, para caracterizar a la población y sus demandas hídricas. A partir del siguiente esquema:



## **4.5 Técnicas e Instrumentos**

### **4.5.1 Técnicas**

#### **4.5.1.1 Técnicas documentales**

Fichaje: El cual facilita el proceso de recolección y almacenaje de la información relevante para la investigación que fue incluido en las referencias bibliográficas.

Análisis de información: Se parte de la recolección de bibliografía relacionada al tema que sirve como bases fundamentales para la elaboración del marco teórico de la investigación.

#### **4.5.1.2 Técnicas de campo**

Observación: Se realizan observaciones en la provincia de Huánuco en la cual se pretenden conocer la realidad del aprovechamiento de los recursos hídrico tanto es su distribución y aprovechamiento.

### **4.5.2 Instrumentos**

Fichas de información pluviométrica y de características hídricas de la zona, en la cual se pretende recolectar información relacionada a los recursos hídricos existentes para la provincia de Huánuco.

Software RS-Minerve, en el cual se hará el modelo de distribución hídrica de la provincia con la finalidad de determinar los valores óptimos en su distribución y así mejorar la gestión de los recursos hídricos.

#### **4.5.2.1 Validación de Instrumentos para la recolección de datos**

Los instrumentos que se utilizaron en esta investigación son netamente para la recolección de información característica relacionada al uso y aprovechamiento del recurso hidráulico, los

cuales fueron planteadas por la OMM con la finalidad de identificar los valores cuantificables del uso de los recursos hídricos.

#### **4.5.2.2 Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos**

Referente a los datos tomados del SENAMHI o ANA, se procederá a hacer una limpia de los datos que se obtendrán de manera bruta, con el fin que los resultados no tengan un gran riesgo de error.

#### **4.5.2.3 Validación de los valores del software RS-Minerve**

La validación de los datos obtenidos a través del software RS Minerve fue esencial para asegurar la precisión y confiabilidad de los resultados en la investigación de recursos hídricos llevada a cabo. En este proceso, se compararon meticulosamente los valores generados por el software con datos de referencia independientes y confiables. Se utilizaron medidas estadísticas y métodos de análisis adecuados para evaluar las diferencias y similitudes entre los conjuntos de datos. Cualquier discrepancia significativa se investigó a fondo para identificar posibles causas, y se aplicaron correcciones si fue necesario. La documentación detallada de este proceso garantizó la transparencia y la reproducibilidad de los resultados, mientras que la consideración de la incertidumbre asociada a las mediciones contribuyó a una interpretación precisa de los datos validados. Esta validación fue un componente crítico que respaldó la calidad de los hallazgos y la solidez de la investigación en el campo de los recursos hídricos.

#### **4.6 Técnicas para el procesamiento de análisis de datos**

Para la obtención de información hídrica de la región, esta investigación se basa en lecturas de estaciones meteorológicas con la finalidad de determinar caudales medios con el cual se cuenta o se contaría en un periodo de retorno estimado, para poder calcular los valores de caudales aprovechables para una distribución adecuada, esto se realizará a partir de una organización de información en hojas Excel para su posterior ingreso en el software RS-Minerve para generar el modelo hídrico para realizar un adecuado uso de los recursos hídricos.

#### **4.7 Aspectos Éticos**

Consentimiento Informado: Se obtuvo el consentimiento informado de todas las personas o comunidades que participaron en la recopilación de datos o en el proceso de simulación del crecimiento poblacional. Esto incluyó una explicación clara de los propósitos de la investigación, los métodos utilizados y cualquier riesgo potencial. Se mantuvo un profundo respeto por la cultura y las costumbres de la comunidad local en la cuenca del Alto Huallaga en ese momento. Cualquier interacción con la comunidad se llevó a cabo de manera respetuosa y considerada. Se consideró cómo los resultados de la investigación podrían beneficiar a la comunidad local en ese momento. En el proceso de simulación del crecimiento poblacional, se garantizó la precisión y la ética en los datos y suposiciones utilizados en ese momento, teniendo en cuenta factores como la calidad del agua y el acceso equitativo. La construcción y el uso del modelo matemático en el software RS-Minerve se basaron en principios éticos y fueron transparentes en cuanto a sus suposiciones y métodos en ese momento. Se consideró el impacto ambiental de la investigación en ese momento y se tomaron medidas para contribuir a la sostenibilidad de los recursos hídricos en la cuenca del Alto Huallaga.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

#### 5.1 Análisis descriptivo

##### 5.1.1 Análisis de población

La población en la región de Huánuco presentó incrementos significativos como se registra de manera numérica en los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística (INEI).

**Tabla N° 6**

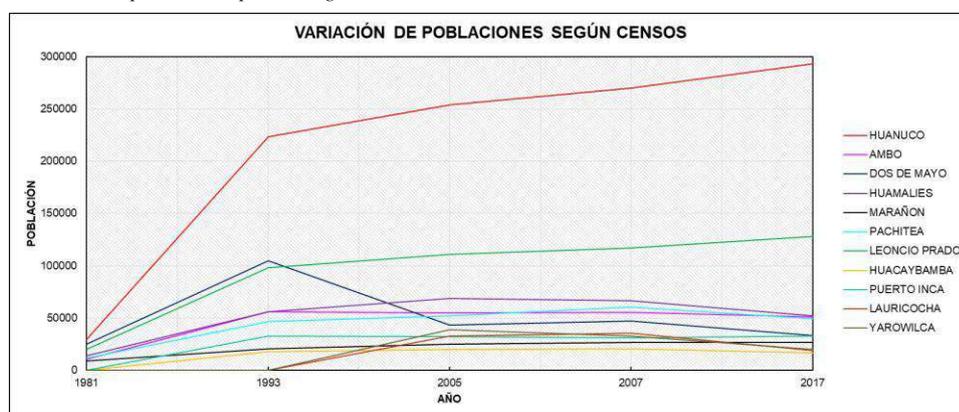
*Censos a nivel Provincial de la región de Huánuco*

VARIACIONES POBLACIONALES A NIVEL PROVINCIAL SEGÚN CENSOS DEL INEI												
AÑO	HUÁNUCO	AMBO	DOS DE MAYO	HUAMALÉ S	MARAÑÓN	PACHITEA	LEONCIO PRADO	HUACAY BAMBA	PUERTO INCA	LAURI COCHA	YARO WILCA	TOTAL
1981	29412	10213	24542	13915	8461	11194	19972	0	0	0	0	117709
1993	223339	55942	104766	56119	20106	46162	97931	17719	32405	0	0	654489
2005	254133	54588	42825	68809	24734	51861	110858	19876	31748	32626	38813	730871
2007	270233	55483	47008	66450	26620	60321	116965	20408	31032	35323	32380	762223
2017	293397	50880	33258	52039	26622	49159	127793	16551	32538	18913	19897	721047

Fuente: (Adaptado del INEI)

**Figura N° 6**

*Incrementos de poblaciones para la región de Huánuco*



Fuente: (Adaptado del INEI)

De la Tabla N°6 y Figura N°6 se pudo determinar que la población con un mayor incremento poblacional se presenta en la provincia de Huánuco, la cual es nuestra zona de interés para la investigación.

Centrándonos en la provincia de Huánuco se lograron extraer los valores poblaciones de la provincia, a partir del cual se pudo procesar y analizar la información como se muestra a continuación.

**Tabla N° 7**

*Censos a nivel Distrital de la provincia de Huánuco*

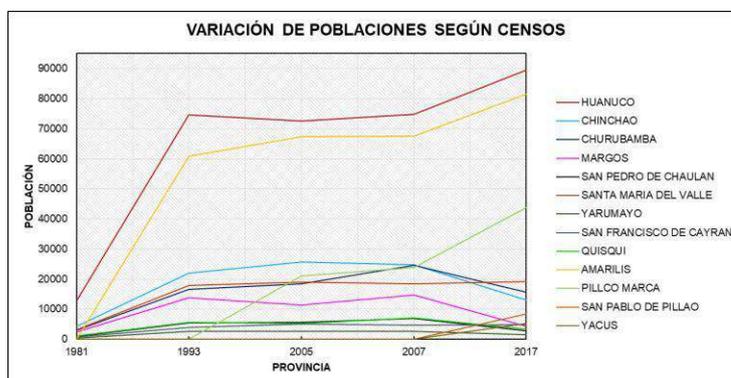
VARIACIONES POBLACIONALES A NIVEL DISTRITAL EN LA PROVINCIA DE HUÁNUCO SEGÚN CENSOS DEL INEI							
AÑO	HUÁNUCO	CHINCHAO	CHURUBAMBA	MARGOS	SAN PEDRO DE CHAULAN	SANTA MARÍA DEL VALLE	YARUMAYO
1981	12880	4263	3096	2539	1023	3225	466
1993	74676	22011	16570	13822	5404	17965	2582
2005	72642	25721	18542	11323	5558	18918	2734
2007	74774	24796	24573	14760	6903	18373	2668
2017	89502	13135	15670	4364	2789	19226	1545

VARIACIONES POBLACIONALES A NIVEL DISTRITAL EN LA PROVINCIA DE HUÁNUCO SEGÚN CENSOS DEL INEI							
AÑO	SAN FRANCISCO DE CAYRÁN	QUISQUI	AMARILIS	PILLCO MARCA	SAN PABLO DE PILLAO	YACUS	TOTAL
1981	722	1198	0	0	0	0	29412
1993	3940	5607	60762	0	0	0	223339
2005	5056	5276	67346	21017	0	0	254133
2007	4739	7134	67617	23896	0	0	270233
2017	4788	3453	81461	43818	8350	5296	293397

Fuente: (Adaptado del INEI)

**Figura N° 7**

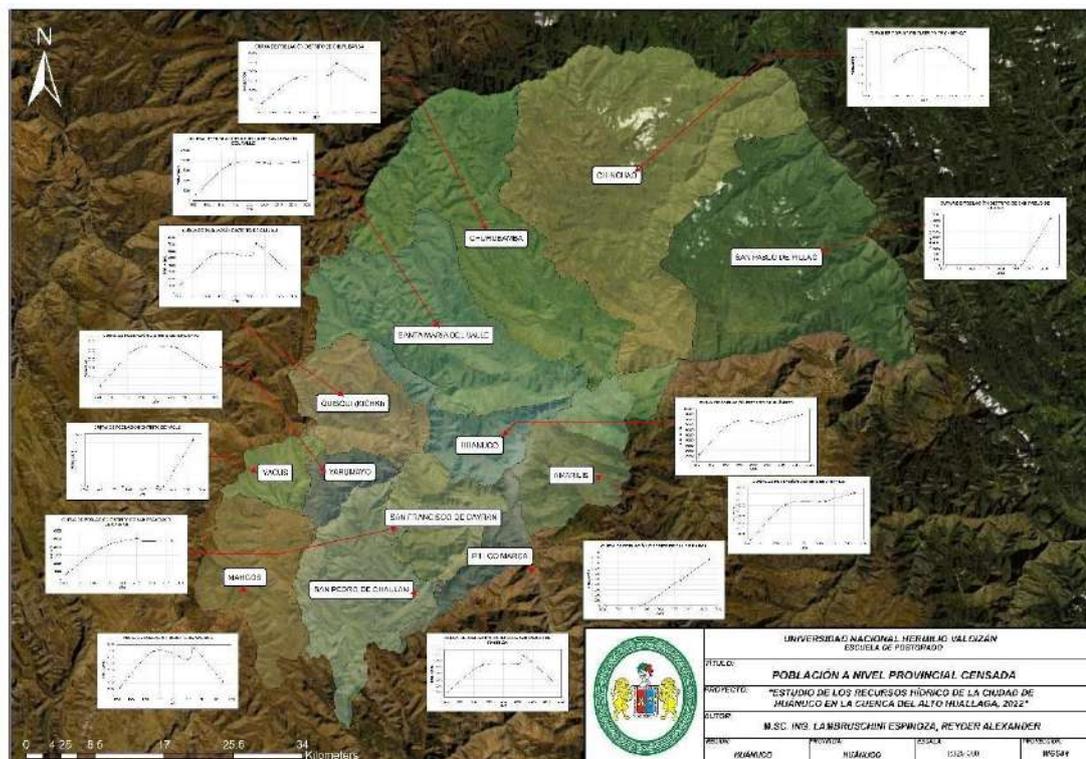
*Incrementos de poblaciones para la provincia de Huánuco*



Fuente: (Adaptado del INEI)

Figura N° 8

Curvas de población en la provincia de Huánuco



Fuente: (Elaboración Propia)

Para esta investigación nos centraremos solo en los distritos de Huánuco, Amarilis y Pillco Marca, ya que esas zonas directamente se abastecen de agua del río Higueras que fue punto de investigación y determinación de equilibrio hídrico.

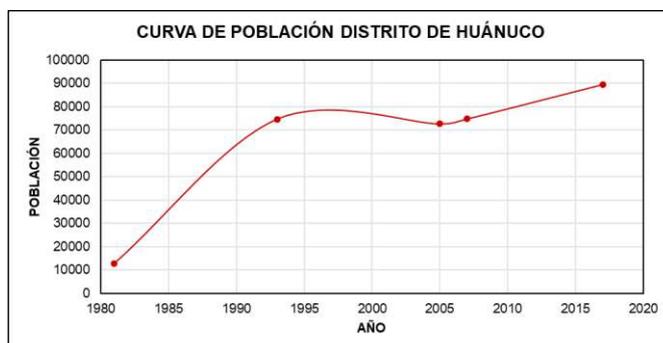
Para estos distritos se pudo identificar los valores poblacionales censales, así como las proyecciones en un determinado periodo de años.

Tabla N° 8

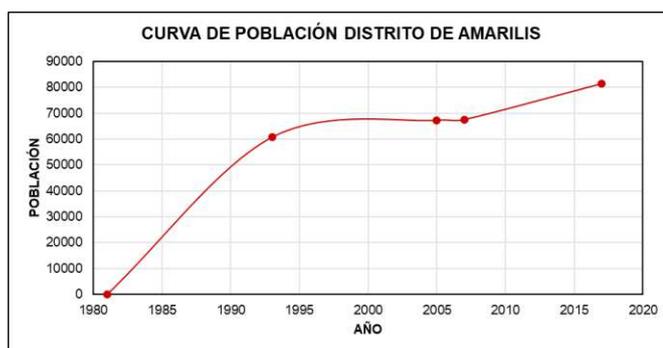
Valores censales de los distritos

POBLACIONES DE INVESTIGACIÓN			
AÑO	HUÁNUCO	AMARILIS	PILLCO MARCA
1981	12880	0	0
1993	74676	60762	0
2005	72642	67346	21017
2007	74774	67617	23896
2017	89502	81461	43818

Fuente: (Adaptado del INEI)

**Figura N° 9***Curvas de población del distrito de Huánuco*

Fuente: (Elaboración Propia)

**Figura N° 10***Curvas de población del distrito de Huánuco*

Fuente: (Elaboración Propia)

**Figura N° 11***Curvas de población del distrito de Pillco Marca*

Fuente: (Elaboración Propia)

Del análisis visual y numérico de las poblaciones se pudo determinar que el volumen más grande de población se presenta en los distritos de

Huánuco y Amarilis, esto debido a que el distrito de Pillco Marca se fundó legalmente el año 2000 en el cual se le reconoció el nivel de distrito. Partiendo de los valores tabulares de los censos se lograron realizar proyecciones estadísticas, como se muestran a continuación:

**Tabla N° 9**

*Tendencia lineal para el distrito de Huánuco*

INFORMACIÓN DE TENDENCIA LINEAL - HUÁNUCO	
AÑO	POBLACIÓN
1981	12880
1993	74676
2005	72642
2007	74774
2017	89502

ECUACIÓN LINEAL	
$P_p = 1875.033$	$x - 3686296.610$
$R^2 =$	$0.7607$

Fuente: (Elaboración Propia)

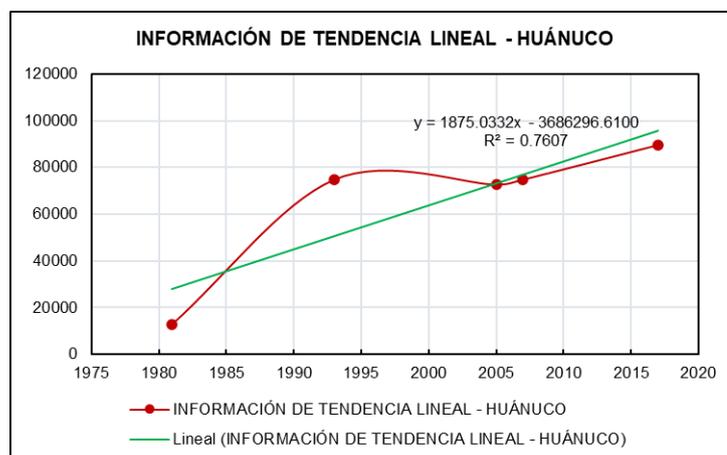
A partir de los valores censales se pudo determinar a partir de una ecuación lineal los valores poblacionales proyectados en 20 años, este valor de proyección se determinó a partir de las normativas de abastecimiento de agua potable las cuales establecen que para una determinación óptima de proyección para el cálculo de demanda de agua potable serán de 20 años.

**Tabla N° 10**

*Valores en tendencia lineal del distrito de Huánuco*

PROYECCIÓN LINEAL - HUÁNUCO	
AÑO	POBLACIÓN
1981	28144
1993	50645
2005	73145
2007	76895
2017	95645
2022	105021
2027	114396
2032	123771
2037	133146
2042	142521

Fuente: (Elaboración Propia)

**Figura N° 12***Proyección lineal del distrito de Huánuco*

Fuente: (Elaboración Propia)

Se proyecta que para el año 2042 el distrito de Huánuco con una tendencia lineal tendría una población total de 142521 habitantes en el distrito.

**Tabla N° 11***Valores en tendencia logarítmica del distrito de Huánuco*

INFORMACIÓN DE TENDENCIA LOGARÍTMICA - HUÁNUCO	
AÑO	POBLACIÓN
1981	12880
1993	74676
2005	72642
2007	74774
2017	89502

**ECUACIÓN LOGARÍTMICA**

$$P_p = 3751217.225 \ln(x) - 28448794.247$$

$$R^2 = 0.7623$$

Fuente: (Elaboración Propia)

Se determinó la ecuación logarítmica con la cual se determinaron los valores de proyección en 20 años de población.

Tabla N° 12

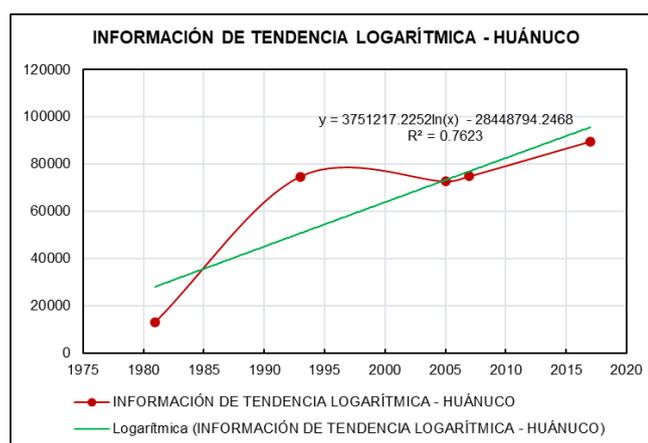
Valores en tendencia logarítmica del distrito de Huánuco

PROYECCIÓN LOGARÍTMICA - HUÁNUCO	
AÑO	POBLACIÓN
1981	28035
1993	50690
2005	73208
2007	76948
2017	95593
2022	104880
2027	114145
2032	123386
2037	132605
2042	141802

Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 13

Proyección logarítmica del distrito de Huánuco



Fuente: (Elaboración Propia)

Se proyecta que para el año 2042 el distrito de Huánuco con una tendencia logarítmica tendría una población total de 141802 habitantes en el distrito.

Tabla N° 13

Valores en tendencia exponencial del distrito de Huánuco

INFORMACIÓN DE TENDENCIA EXPONENCIAL - HUÁNUCO	
AÑO	POBLACIÓN
1981	12880
1993	74676
2005	72642
2007	74774
2017	89502

---

**ECUACIÓN EXPONENCIAL**

---

$$P_p = 5.0927E-38 e^{4.8374E-02 x}$$

$$R^2 = 0.5861$$


---

Fuente: (Elaboración Propia)

Se determinó la ecuación exponencial con la cual se determinaron los valores de proyección en 20 años de población.

**Tabla N° 14**

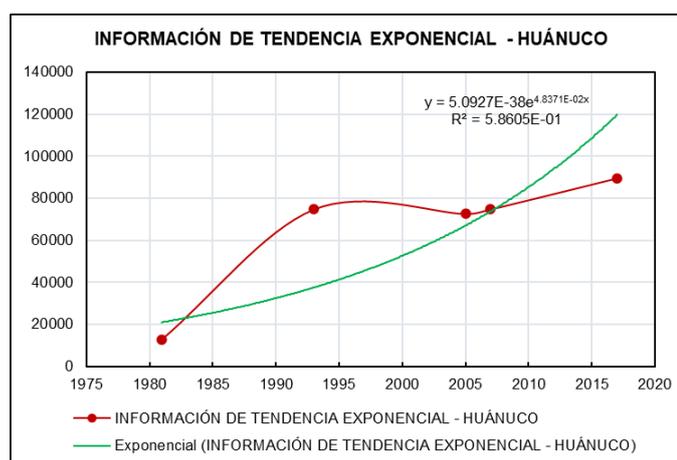
Valores en tendencia exponencial del distrito de Huánuco

<b>PROYECCIÓN EXPONENCIAL - HUÁNUCO</b>	
<b>AÑO</b>	<b>POBLACIÓN</b>
<b>1981</b>	21130
<b>1993</b>	37758
<b>2005</b>	67470
<b>2007</b>	74324
<b>2017</b>	120564
<b>2022</b>	153553
<b>2027</b>	195570
<b>2032</b>	249083
<b>2037</b>	317240
<b>2042</b>	404045

Fuente: (Elaboración Propia)

**Figura N° 14**

Proyección exponencial del distrito de Huánuco



Fuente: (Elaboración Propia)

Se proyecta que para el año 2042 el distrito de Huánuco con una tendencia exponencial tendría una población total de 404045 habitantes en el distrito.

Tabla N° 15

Valores en tendencia polinómica del distrito de Huánuco

INFORMACIÓN DE TENDENCIA POLINÓMICA G3 - HUÁNUCO	
AÑO	POBLACIÓN
1981	12880
1993	74676
2005	72642
2007	74774
2017	89502

ECUACIÓN POLINÓMICA G3	
$P_p = 7.517 x^3 - 45159.638 x^2 + 90433512.472 x - 60364793506.569$	
$R^2 = 0.9989$	

Fuente: (Elaboración Propia)

Se determinó la ecuación polinómica con la cual se determinaron los valores de proyección en 20 años de población.

Tabla N° 16

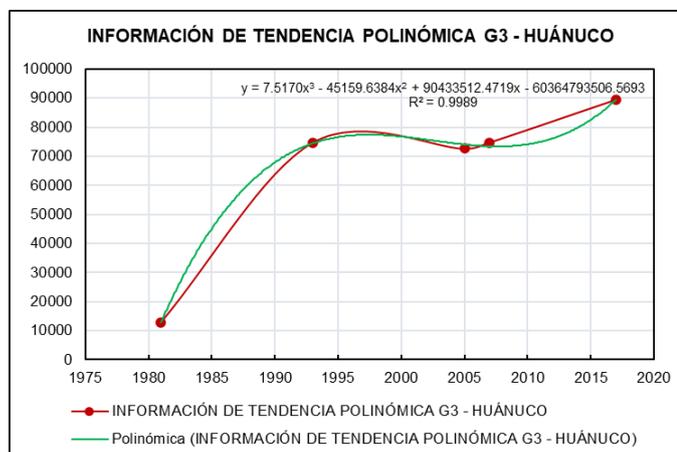
Valores en tendencia polinómica del distrito de Huánuco

PROYECCIÓN POLINÓMICA G3 - HUÁNUCO	
AÑO	POBLACIÓN
1981	12916
1993	74474
2005	74055
2007	73432
2017	89596
2022	119312
2027	170966
2032	250198
2037	362645
2042	513944

Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 15

Proyección polinómica del distrito de Huánuco

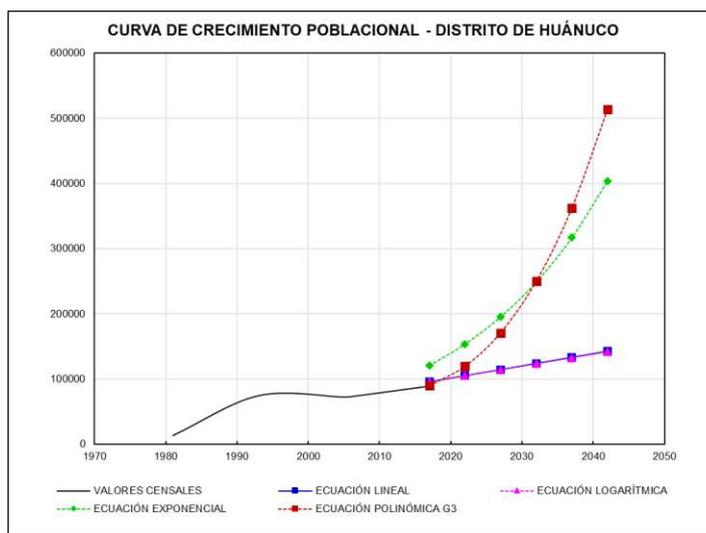


Fuente: (Elaboración Propia)

Se proyecta que para el año 2042 el distrito de Huánuco con una tendencia polinómica tendría una población total de 513944 habitantes en el distrito.

**Figura N° 16**

*Proyección por tendencias del distrito de Huánuco*



Fuente: (Elaboración Propia)

En la Figura N°16 se presenta de manera gráfica las tendencias de las poblaciones en las cuales se pueden observar cuáles son las tendencias más críticas y cuáles son las mínimas.

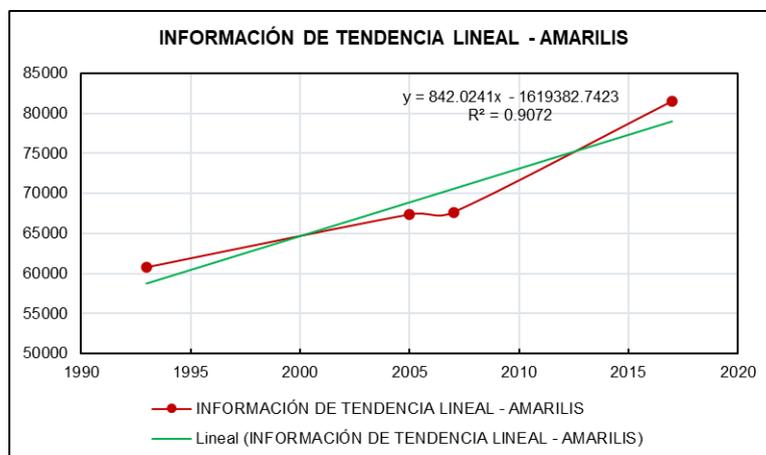
El procedimiento se repitió para todos los distritos, los cuales presentaron los siguientes resultados:

**Tabla N° 17**

*Valores en tendencia lineal del distrito de Amarilis*

PROYECCIÓN LINEAL - AMARILIS	
AÑO	POBLACIÓN
1981	48667
1993	58771
2005	68875
2007	70560
2017	78980
2022	83190
2027	87400
2032	91610
2037	95820
2042	100030

Fuente: (Elaboración Propia)

**Figura N° 17***Proyección lineal del distrito de Amarilis*

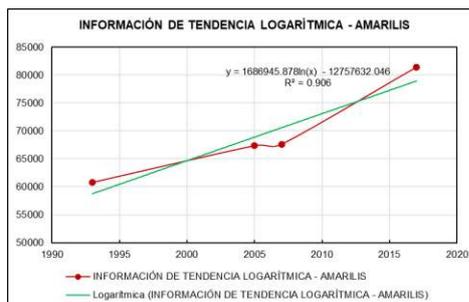
Fuente: (Elaboración Propia)

Se proyecta que para el año 2042 el distrito de Amarilis con una tendencia lineal tendría una población total de 100030 habitantes en el distrito.

**Tabla N° 18***Valores en tendencia logarítmica del distrito de Amarilis*

PROYECCIÓN LOGARÍTMICA - AMARILIS	
AÑO	POBLACIÓN
1981	48576
1993	58764
2005	68891
2007	70573
2017	78957
2022	83134
2027	87300
2032	91457
2037	95602
2042	99738

Fuente: (Elaboración Propia)

**Figura N° 18***Proyección logarítmica del distrito de Amar*

Fuente: (Elaboración Propia)

Se proyecta que para el año 2042 el distrito de Amarilis con una tendencia logarítmica tendría una población total de 99738 habitantes en el distrito.

**Tabla N° 19**

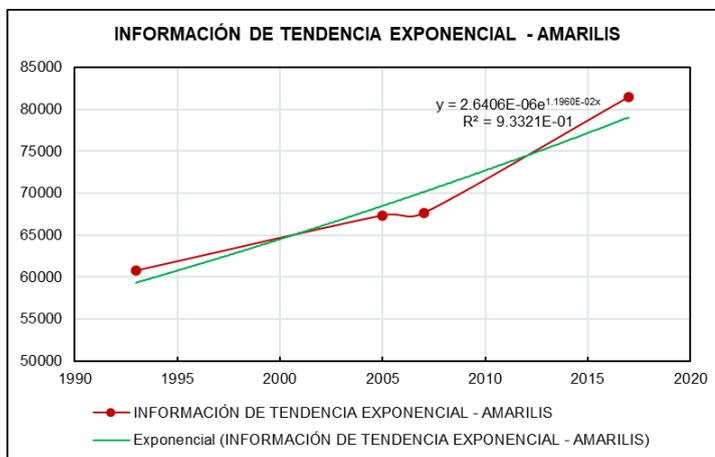
*Valores en tendencia exponencial del distrito de Amarilis*

PROYECCIÓN EXPONENCIAL - AMARILIS	
AÑO	POBLACIÓN
1981	51444
1993	59384
2005	68548
2007	70208
2017	79127
2022	84004
2027	89180
2032	94676
2037	100510
2042	106704

Fuente: (Elaboración Propia)

**Figura N° 19**

*Proyección exponencial del distrito de Amarilis*



Fuente: (Elaboración Propia)

Se proyecta que para el año 2042 el distrito de Amarilis con una tendencia exponencial tendría una población total de 106704 habitantes en el distrito.

Tabla N° 20

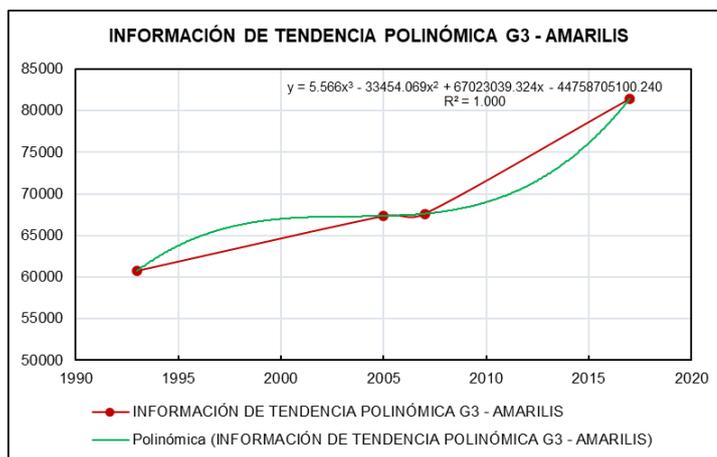
Valores en tendencia polinómica del distrito de Amarilis

PROYECCIÓN POLINÓMICA G3 - AMARILIS	
AÑO	POBLACIÓN
1981	3999
1993	60762
2005	67346
2007	67617
2017	81461
2022	103285
2027	140611
2032	197612
2037	278464
2042	387340

Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 20

Proyección polinómica del distrito de Amarilis

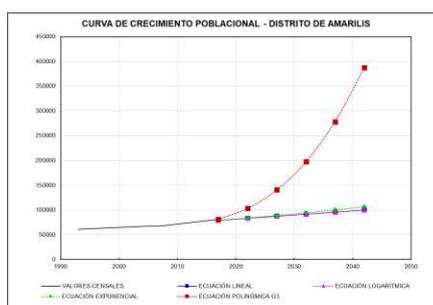


Fuente: (Elaboración Propia)

Se proyecta que para el año 2042 el distrito de Amarilis con una tendencia polinómica tendría una población total de 387340 habitantes en el distrito.

Figura N° 21

Proyección por tendencias del distrito de Amarilis



Fuente: (Elaboración Propia)

En la Figura N°21 se presenta de manera gráfica las tendencias de las poblaciones en las cuales se pueden observar cuales son las tendencias más críticas y cuáles son las mínimas.

**Tabla N° 21**

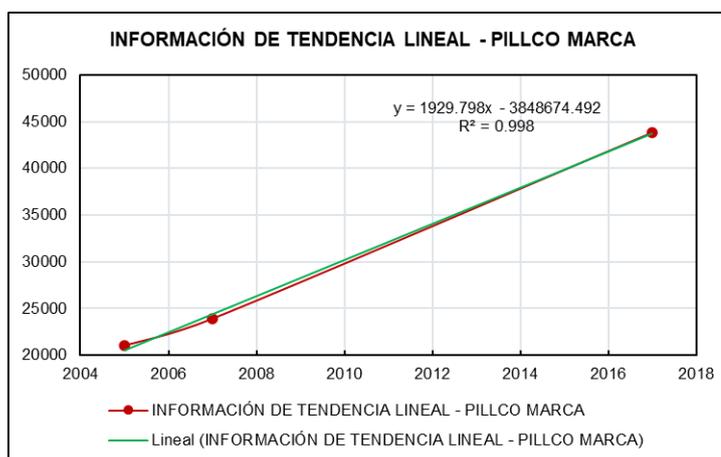
Valores en tendencia lineal del distrito de Pillco Marca

PROYECCIÓN LINEAL - PILLCO MARCA	
AÑO	POBLACIÓN
1981	-25744
1993	-2586
2005	20571
2007	24431
2017	43729
2022	53378
2027	63027
2032	72676
2037	82325
2042	91974

Fuente: (Elaboración Propia)

**Figura N° 22**

Proyección lineal del distrito de Pillco Marca



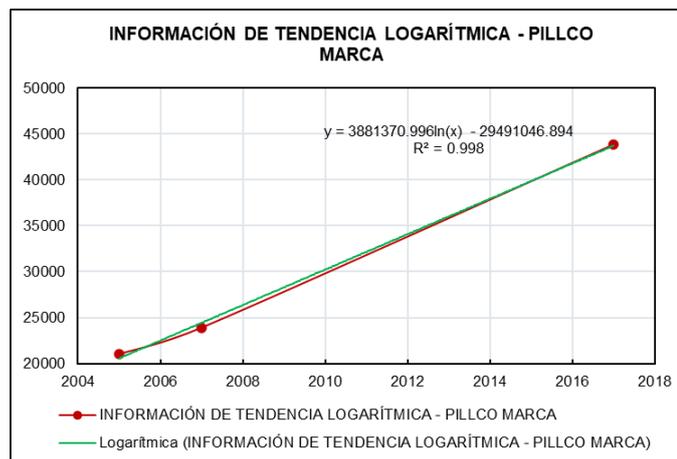
Fuente: (Elaboración Propia)

Se proyecta que para el año 2042 el distrito de Pillco Marca con una tendencia lineal tendría una población total de 91974 habitantes en el distrito.

**Tabla N° 22***Valores en tendencia logarítmica del distrito de Pillco Marca*

PROYECCIÓN LOGARÍTMICA - PILLCO MARCA	
AÑO	POBLACIÓN
1981	0
1993	0
2005	20567
2007	24437
2017	43728
2022	53337
2027	62923
2032	72486
2037	82025
2042	91540

Fuente: (Elaboración Propia)

**Figura N° 23***Proyección logarítmica del distrito de Pillco Marca*

Fuente: (Elaboración Propia)

Se proyecta que para el año 2042 el distrito de Pillco Marca con una tendencia logarítmica tendría una población total de 91540 habitantes en el distrito.

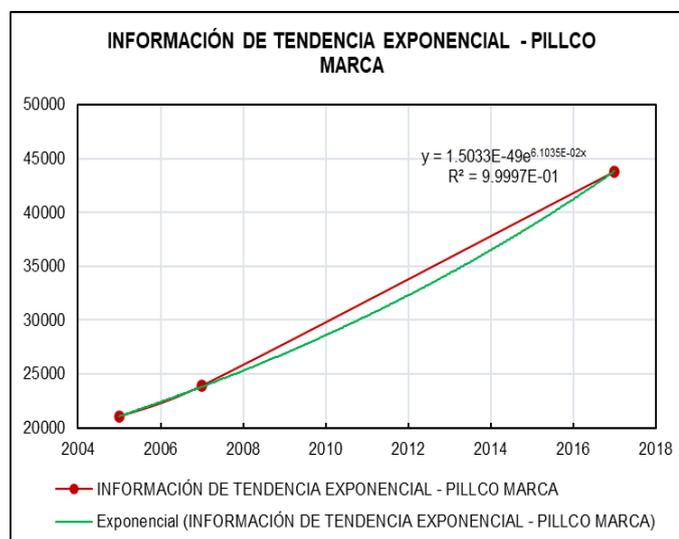
**Tabla N° 23***Valores en tendencia exponencial del distrito de Pillco Marca*

PROYECCIÓN EXPONENCIAL - PILLCO MARCA	
AÑO	POBLACIÓN
1981	4872
1993	10135
2005	21082
2007	23819
2017	43853
2022	59502
2027	80736
2032	109547
2037	148641
2042	201685

Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 24

Proyección exponencial del distrito de Pillco Marca



Fuente: (Elaboración Propia)

Se proyecta que para el año 2042 el distrito de Pillco Marca con una tendencia exponencial tendría una población total de 201685 habitantes en el distrito.

Tabla N° 24

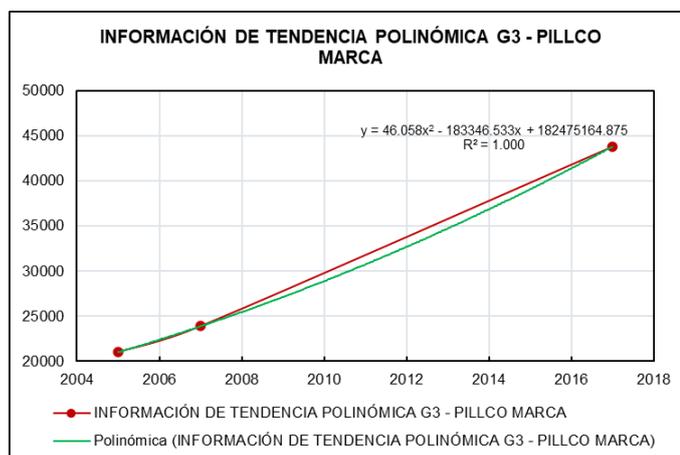
Valores en tendencia polinómica del distrito de Pillco Marca

PROYECCIÓN POLINÓMICA G3 - PILLCO MARCA	
AÑO	POBLACIÓN
1981	15209
1993	11481
2005	21017
2007	23896
2017	43818
2022	57233
2027	72952
2032	90973
2037	111297
2042	133924

Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 25

Proyección polinómica del distrito de Pillco Marca

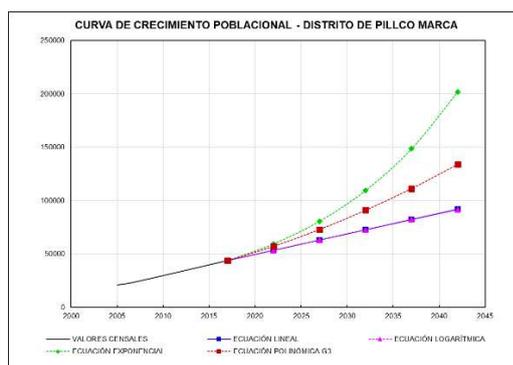


Fuente: (Elaboración Propia)

Se proyecta que para el año 2042 el distrito de Pillco Marca con una tendencia polinómica tendría una población total de 133924 habitantes en el distrito.

Figura N° 26

Proyección por tendencias del distrito de Pillco Marca



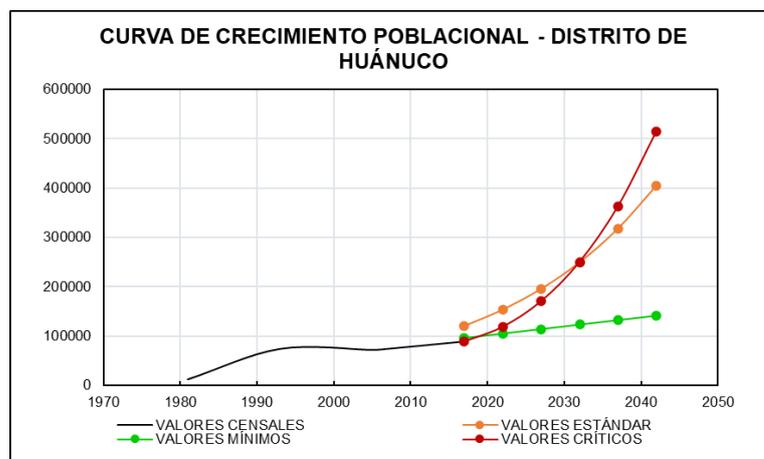
Fuente: (Elaboración Propia)

En la Figura N°26 se presenta de manera gráfica las tendencias de las poblaciones en las cuales se pueden observar cuáles son las tendencias más críticas y cuáles son las mínimas.



Figura N° 28

Tendencias del distrito de Huánuco



Fuente: (Elaboración Propia)

En la Figura N°28 se presenta las curvas de tendencia para el distrito de Huánuco, se observa que los valores estándar y crítico inician de manera inversa, pero en la proyección se determinó cual es el crecimiento crítico.

Tabla N° 26

Cuadro de poblaciones estimadas en el distrito de Amarilis

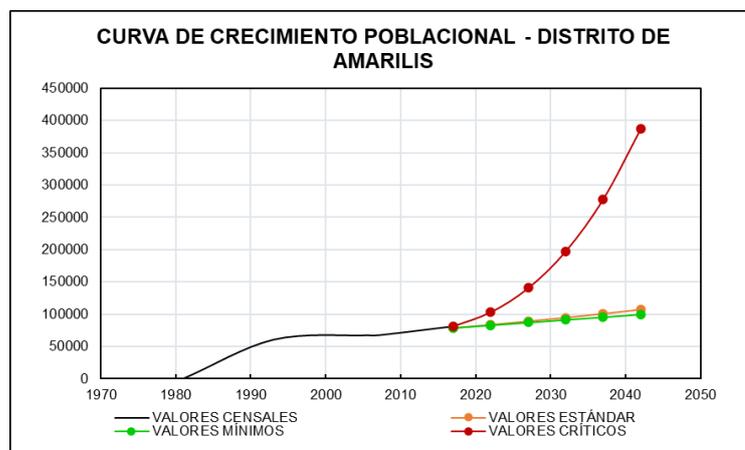
CUADRO DE POBLACIONES ESTIMADAS - DISTRITO DE AMARILIS									
N°	AÑO	VALORES CENSALES	PROYECCIÓN LINEAL	PROYECCIÓN LOGARÍTMICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN POLINÓMICA	VALORES CRÍTICOS	VALORES ESTÁNDAR	VALORES MÍNIMOS
1	1981	0							
2	1993	60762							
3	2005	67346							
4	2007	67617							
5	2017	81461	78980	78957	79127	81461	81461	79127	78957
A	2022		83190	83134	84004	103285	103285	84004	83134
B	2027		87400	87300	89180	140611	140611	89180	87300
C	2032		91610	91457	94676	197612	197612	94676	91457
D	2037		95820	95602	100510	278464	278464	100510	95602
E	2042		100030	99738	106704	387340	387340	106704	99738

Fuente: (Elaboración Propia)

De la Tabla N°26 se pudo sacar los valores críticos, mínimos y estándar de crecimiento, del cual se pudo determinar que para el año 2042 en estado crítico la población estaría por alrededor de los 387340 habitantes, en estado estándar la población estaría en 106704 habitantes, en estado mínimo serían 99738 habitantes en el distrito de Amarilis.

Figura N° 29

Tendencias del distrito de Amarilis



Fuente: (Elaboración Propia)

En la Figura N°29 se presenta las curvas de tendencia para el distrito de Huánuco, se observa que los valores estándar y mínimo inician de equivalente, pero en el transcurso se ve una separación.

Tabla N° 27

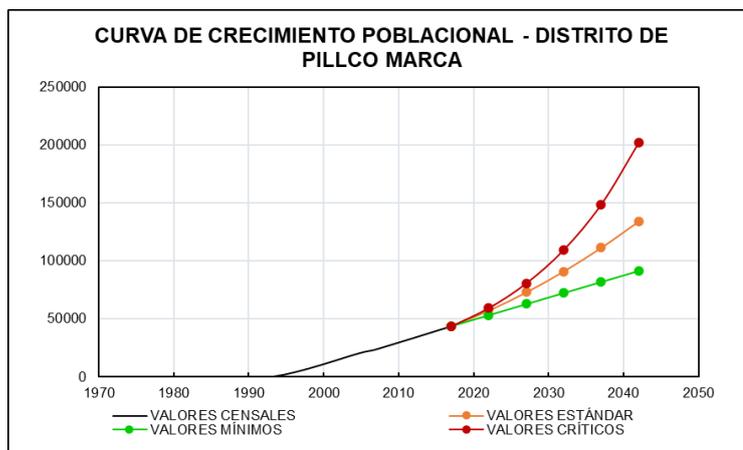
Cuadro de poblaciones estimadas

CUADRO DE POBLACIONES ESTIMADAS - DISTRITO DE PILLCO MARCA									
N°	AÑO	VALORES CENSALES	PROYECCIÓN LINEAL	PROYECCIÓN LOGARÍTMICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN POLINÓMICA	VALORES CRÍTICOS	VALORES ESTÁNDAR	VALORES MÍNIMOS
1	1981	0							
2	1993	0							
3	2005	21017							
4	2007	23896							
5	2017	43818	43729	43728	43853	43818	<b>43853</b>	<b>43818</b>	<b>43728</b>
A	2022		53378	53337	59502	57233	<b>59502</b>	<b>57233</b>	<b>53337</b>
B	2027		63027	62923	80736	72952	<b>80736</b>	<b>72952</b>	<b>62923</b>
C	2032		72676	72486	109547	90973	<b>109547</b>	<b>90973</b>	<b>72486</b>
D	2037		82325	82025	148641	111297	<b>148641</b>	<b>111297</b>	<b>82025</b>
E	2042		91974	91540	201685	133924	<b>201685</b>	<b>133924</b>	<b>91540</b>

Fuente: (Elaboración Propia)

De la Tabla N°27 se pudo sacar los valores críticos, mínimos y estándar de crecimiento, del cual se pudo determinar que para el año 2042 en estado crítico la población estaría por alrededor de los 201685 habitantes, en estado estándar la población estaría en 133924 habitantes, en estado mínimo serían 91540 habitantes en el distrito de Pillco Marca.

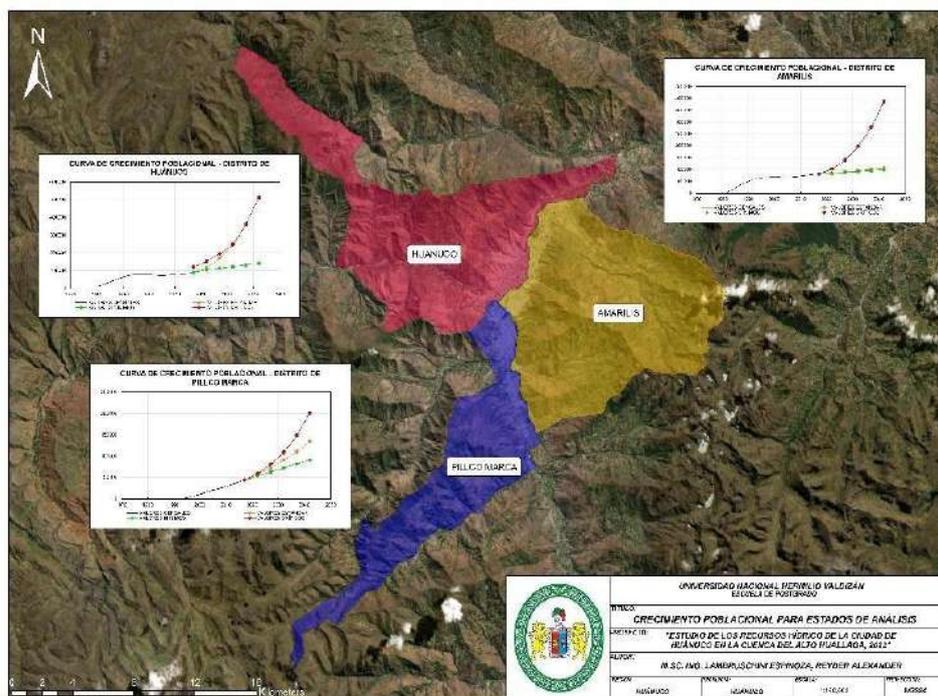
**Figura N° 30**  
Tendencias del distrito de Pillco Marca



Fuente: (Elaboración Propia)

En la Figura N°30 se presenta las curvas de tendencia para el distrito de Pillco Marca, se observa de manera diferenciada las tendencias mínimas.

**Figura N° 31**  
Tendencias de los distritos de interés



Fuente: (Elaboración Propia)

En la Figura N°31 se presenta de manera gráfica los diagramas de tendencias poblacionales de los distritos de Pillco Marca, Amarilis y Huánuco.

### 5.1.2 Análisis de demanda de agua potable

Según el Plan Maestro Optimizado realizado por la EPS Seda Huánuco, la localidad de Huánuco tiene como una de sus fuentes de agua al río Higuera el cual tiene una superficie de 675 km<sup>2</sup>, el cual se conforma a partir de 5 subcuencas, estos parámetros se profundizarán en el ítem posterior. Teniendo en consideración esta realidad se realizó una identificación del punto de captación de la EPS Seda Huánuco.

**Tabla N° 28**

*Ubicación georreferenciada – Punto de Captación*

UBICACIÓN GEORREFERENCIADA CAPTACIÓN				
N°	LOCALIDAD	NOMBRE DE CAPTACIÓN	COORDENADAS	
			LATITUD	LONGITUD
1	Huánuco	Bocatoma-Canchan	356639	8902853

Fuente: (EPS Seda Huánuco, 2014)

De los censos realizados en el país se pudo hacer una delimitación de resultados y así identificar el volumen de viviendas contabilizadas en el proceso, del cual para los distritos de interés se encontraron los resultados:

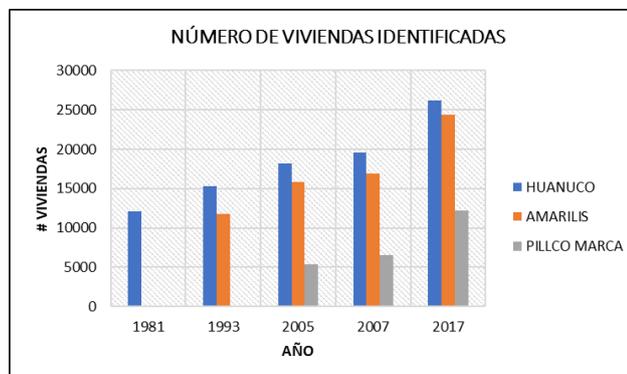
**Tabla N° 29**

*Viviendas registradas en los distritos de interés*

VIVIENDAS REGISTRADAS POR CENSO			
AÑO	HUÁNUCO	AMARILIS	PILLCO MARCA
1981	12061	0	0
1993	15325	11743	0
2005	18196	15862	5318
2007	19534	16878	6514
2017	26216	24404	12202

Fuente: (Adaptado del INEI)

**Figura N° 32**  
Evaluación gráfica de incremento de viviendas

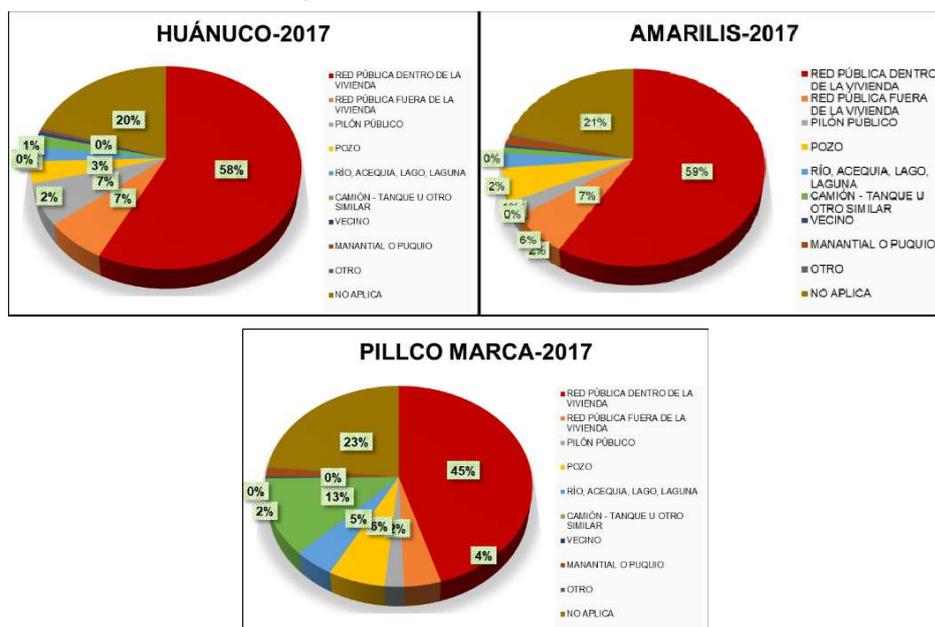


Fuente: (Elaboración Propia)

De los resultados obtenidos y representados en la Figura N°32, se puede notar la evidente tendencia de crecida al número de viviendas a lo largo de los registros censales.

De la misma base de datos se puede clasificar el nivel de distribución de agua potable que se da en los distritos de interés.

**Figura N° 33**  
Valores de viviendas abastecidas de agua en Huánuco



Fuente: (Adaptado del INEI)

A lo largo de las lecturas si bien el porcentaje de acceso de agua potable a partir de la red pública se ha ido incrementando esto aún es insuficiente como se muestra en la imagen en el año 2017 para el distrito de Huánuco solo el 58% de viviendas accede al agua potable a partir de la red pública, para el distrito de Amarilis el 59%, y el distrito de Pillco Marca solo el 45%.

### 5.1.3 Análisis de dotación de Agua potable

Obtenidos los calores de proyecciones de población se procedió a determinar las demandas de agua potable que satisfagan las necesidades futuras, del cual se obtuvo los siguientes resultados.

A partir de las características climáticas para los distritos de Pillco Marca, Amarilis y Huánuco, estas presentan predominante mente un clima templado y con la cantidad de habitantes se pudo determinar las dotaciones por las siguientes metodologías:

**Tabla N° 30**  
*Resultados de dotaciones*

<u>Metodología</u>	<u>Dotación (lts/hab/día)</u>
Según Vierendel	150
RNE Sin estudio de Consumo	220
RNE Lotes con área $\leq 90$ m <sup>2</sup>	150
<u>RNE Abastecimiento Indirecto</u>	<u>50</u>

Fuente: (Elaboración Propia)

A partir de los resultados se determinó que para un estado crítico se utilizará una dotación de 220 lts/hab/día para determinar el comportamiento, mientras que para las otras dos circunstancias se aplicaran con valores de dotaciones de 150 lts/hab/día.

Tabla N° 31

Cálculo de volumen de agua en estado crítico

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO CRÍTICO - AMARILIS					
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (lt/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)
1981	0	220.00	0.00	0.00	0.00
1993	60762	220.00	154.72	201.13	278.49
2005	67346	220.00	171.48	222.93	308.67
2007	67617	220.00	172.17	223.82	309.91
2017	81461	220.00	207.42	269.65	373.36
2022	103285	220.00	263.00	341.89	473.39
2027	140611	220.00	358.04	465.45	644.47
2032	197612	220.00	503.18	654.13	905.72
2037	278464	220.00	709.05	921.77	1276.29
2042	387340	220.00	986.28	1282.17	1775.31

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO CRÍTICO - HUÁNUCO					
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (lt/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)
1981	12880	220.00	32.80	42.64	59.03
1993	74676	220.00	190.15	247.19	342.27
2005	72642	220.00	184.97	240.46	332.94
2007	74774	220.00	190.40	247.52	342.71
2017	89502	220.00	227.90	296.27	410.22
2022	119312	220.00	303.80	394.94	546.84
2027	170966	220.00	435.33	565.93	783.60
2032	250198	220.00	637.08	828.20	1146.74
2037	362645	220.00	923.40	1200.42	1662.12
2042	513944	220.00	1308.65	1701.25	2355.58

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO CRÍTICO - PILLCO MARCA					
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (lt/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)
1981	0	220.00	0.00	0.00	0.00
1993	0	220.00	0.00	0.00	0.00
2005	21017	220.00	53.52	69.57	96.33
2007	23896	220.00	60.85	79.10	109.52
2017	43818	220.00	111.57	145.05	200.83
2022	59502	220.00	151.51	196.96	272.72
2027	80736	220.00	205.58	267.25	370.04
2032	109547	220.00	278.94	362.62	502.09
2037	148641	220.00	378.48	492.03	681.27
2042	201685	220.00	513.55	667.62	924.39

Fuente: (Elaboración Propia)

Para el cálculo del caudal medio se usó según la normativa un coeficiente de 1.3 aplicado al Qp mientras que para el caudal medio horario se aplicó el coeficiente de 1.8 todo esto dentro de la normativa de cálculo. Con ello se determinó que para el estado crítico en los distritos de Huánuco, Amarilis y Pillco Marca se requiere un caudal medio diario de 3651.03 lt/seg.

Tabla N° 32

Cálculo de volumen de agua en estado estándar

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO ESTÁNDAR - HUÁNUCO					
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (t/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)
1981	12880	150.00	22.36	29.07	40.25
1993	74676	150.00	129.65	168.54	233.36
2005	72642	150.00	126.11	163.95	227.01
2007	74774	150.00	129.82	168.76	233.67
2017	89502	150.00	155.39	202.00	279.69
2022	153553	150.00	266.59	346.56	479.85
2027	195570	150.00	339.53	441.39	611.16
2032	249083	150.00	432.44	562.17	778.39
2037	317240	150.00	550.76	715.99	991.37
2042	404045	150.00	701.47	911.91	1262.64
CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO ESTÁNDAR - AMARILIS					
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (t/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)
1981	0	150.00	0.00	0.00	0.00
1993	60762	150.00	105.49	137.14	189.88
2005	67346	150.00	116.92	152.00	210.46
2007	67617	150.00	117.39	152.61	211.30
2017	81461	150.00	141.43	183.85	254.57
2022	84004	150.00	145.84	189.59	262.51
2027	89180	150.00	154.83	201.28	278.69
2032	94676	150.00	164.37	213.68	295.86
2037	100510	150.00	174.50	226.85	314.09
2042	106704	150.00	185.25	240.83	333.45
CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO ESTÁNDAR - PILLCO MARCA					
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (t/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)
1981	0	150.00	0.00	0.00	0.00
1993	0	150.00	0.00	0.00	0.00
2005	21017	150.00	36.49	47.43	65.68
2007	23896	150.00	41.49	53.93	74.68
2017	43818	150.00	76.07	98.89	136.93
2022	57233	150.00	99.36	129.17	178.85
2027	72952	150.00	126.65	164.65	227.97
2032	90973	150.00	157.94	205.32	284.29
2037	111297	150.00	193.22	251.19	347.80
2042	133924	150.00	232.51	302.26	418.51

Fuente: (Elaboración Propia)

Con ello se determinó que para el estado estándar en los distritos de Huánuco, Amarilis y Pillco Marca se requiere un caudal medio diario de 1454.99 lt/seg.

Tabla N° 33

Cálculo de volumen de agua en estado mínimo

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO MÍNIMO - HUÁNUCO					
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (t/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)
1981	12880	150.00	22.36	29.07	40.25
1993	74676	150.00	129.65	168.54	233.36
2005	72642	150.00	126.11	163.95	227.01
2007	74774	150.00	129.82	168.76	233.67
2017	89502	150.00	155.39	202.00	279.69
2022	104880	150.00	182.08	236.71	327.75
2027	114145	150.00	198.17	257.62	356.70
2032	123386	150.00	214.21	278.48	385.58
2037	132605	150.00	230.22	299.28	414.39
2042	141802	150.00	246.18	320.04	443.13

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO MÍNIMO - AMARILIS					
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (t/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)
1981	0	150.00	0.00	0.00	0.00
1993	60762	150.00	105.49	137.14	189.88
2005	67346	150.00	116.92	152.00	210.46
2007	67617	150.00	117.39	152.61	211.30
2017	81461	150.00	141.43	183.85	254.57
2022	83134	150.00	144.33	187.63	259.79
2027	87300	150.00	151.56	197.03	272.81
2032	91457	150.00	158.78	206.41	285.80
2037	95602	150.00	165.98	215.77	298.76
2042	99738	150.00	173.16	225.10	311.68

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO MÍNIMO - PILLCO MARCA					
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (t/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)
1981	0	150.00	0.00	0.00	0.00
1993	0	150.00	0.00	0.00	0.00
2005	21017	150.00	36.49	47.43	65.68
2007	23896	150.00	41.49	53.93	74.68
2017	43818	150.00	76.07	98.89	136.93
2022	53337	150.00	92.60	120.38	166.68
2027	62923	150.00	109.24	142.01	196.64
2032	72486	150.00	125.84	163.60	226.52
2037	82025	150.00	142.40	185.13	256.33
2042	91540	150.00	158.92	206.60	286.06

Fuente: (Elaboración Propia)

Con ello se determinó que para el estado mínimo en los distritos de Huánuco, Amarilis y Pillco Marca se requiere un caudal medio diario de 751.14 lt/seg.



Tabla N° 35

Parámetros geométricos de la cuenca del río Higueras

<b>DATOS DE LA CUENCA DEL RÍO HIGUERAS</b>		
<b>PARÁMETROS GEOMÉTRICOS</b>		
Área	Km <sup>2</sup>	662.20
Perímetro	km	181.65
Ancho de la cuenca	km	23291.55
Largo de la cuenca	km	39176.26
<b>COTAS</b>		
Cota mínima	msnm	2005.00
Cota Máxima	msnm	4526.00
Centroide X	m	341528.94
Centroide Y	m	8896597.75
Centroide Z	msnm	3705.80
<b>ALTURAS DE LA CUENCA</b>		
Altitud Media	msnm	3625.25
Altitud más frecuente	msnm	4034.50
Altitud de frecuencia (1/2)	msnm	3625.25
<b>VALORES DE PENDIENTE</b>		
Pendiente de la cuenca	%	7.89
<b>CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS</b>		
Longitud del Cauce Principal	km	6.34
Orden de la red Hídrica	Adimensional	5
Longitud de la red Hídrica	km	362.59
Pendiente promedio de la red hídrica	%	20.42

Fuente: (Elaboración Propia)

De la cuenca del río Higueras se pudo determinar que posee un área de 662.10 km<sup>2</sup>, con un perímetro de 181.65 km, se determinó de las vistas satelitales que la altura mínima de la cuenca es de 2005 msnm y con una altitud máxima de 4526 msnm, la cuenca presenta un pendiente promedio de 7.89%, la red hídrica tiene una orden de 5 con una pendiente promedio de 20.42%.

Tabla N° 36

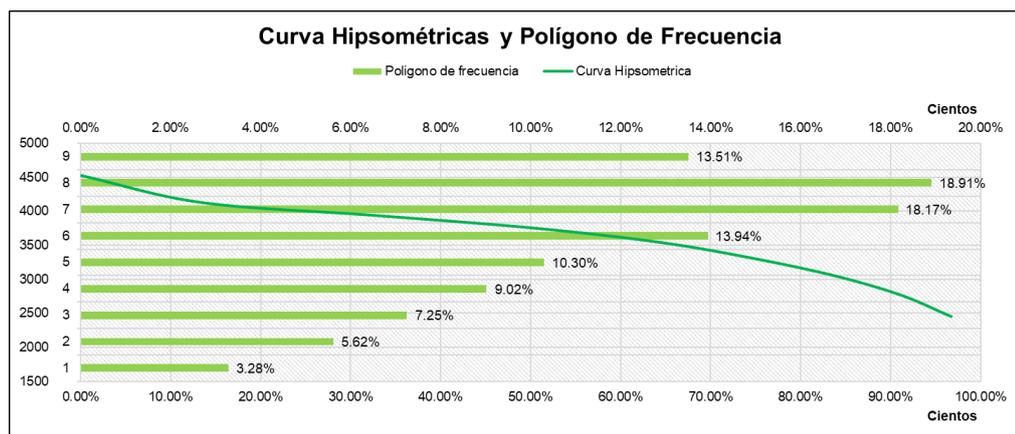
Parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Higueras

<b>GEOMORFOLOGÍA DE LA CUENCA</b>	
<b>ÍTEM</b>	<b>SÍMBOLO VAL</b>
Factor Forma	F
Índice de Gravelious (Compacidad)	
Rectángulo Equivalente (Lado M)	
Rectángulo Equivalente	
Densida	

Fuente: (Elaboración Propia)

De los valores geomorfológicos se pudo identificar que la cuenca del río Higueras presenta un factor de forma de 0.59, con longitudes de valores del rectángulo equivalente de 82.83 de lado mayor y el otro lado del rectángulo con un valor de 7.99 km, el valor del índice de pendiente presenta un valor de 0.32.

**Figura N° 35**  
*Curva hipsométrica*



Fuente: (Elaboración Propia)

De la Figura N°35, se puede interpretar que la cuenca se encuentra en una fase de equilibrio o interpretado de otra manera está en una fase de madurez.

Dentro de la cuenca del río Higueras según la Autoridad Nacional del Agua, plantea que para la cuenca se pudo subdividir en 5 subcuencas las cuales presentan sus características particulares:

**Tabla N° 37**  
*Subcuencas del río Higueras*

SUBCUENCAS DE LA CUENCA HIGUERAS				
NOMBRE	ÁREA (KM2)	COORD X	COORD Y	COORD Z
SUBCUENCA CHAULÁN	156.645387	339237.672	8885250.74	3899.6194
SUBCUENCA MARGOS	141.019433	332873.519	8895769.28	3895.0859
SUBCUENCA HUANCAPALLAC	170.372654	342367.425	8908086.38	3575.28384
SUBCUENCA KOTOSH	51.767983	353681.709	8903294.86	3116.47972
SUBCUENCA CHULLAY	142.290336	345212.182	8895976.81	3541.73233

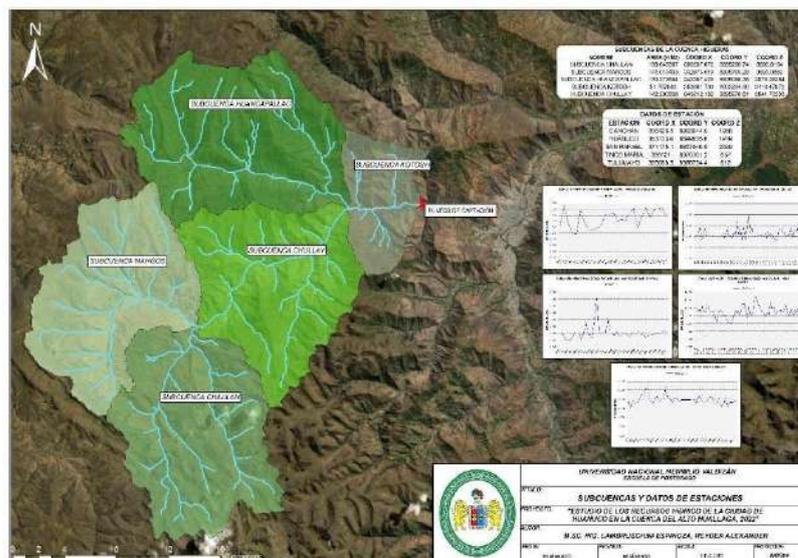
Fuente: (Elaboración Propia)

Los valores que se presentan en la Tabla N°37, se determinaron a partir de la modelación de la cuenca en el software ArcMap, estos valores son relevantes para la determinación de precipitaciones y la representación topológica en el software RS Minerve.

### 5.1.5 Análisis de recursos hídricos

Figura N° 36

Mapa de identificación de subcuencas



Fuente: (Elaboración Propia)

Identificada la cuenca del río de interés se realizó una identificación de las estaciones pluviométricas que se encuentran en la periferia de la cuenca de estudio, para las cuales se identificaron las siguientes:

Tabla N° 38

Estaciones en la periferia del río Higuera

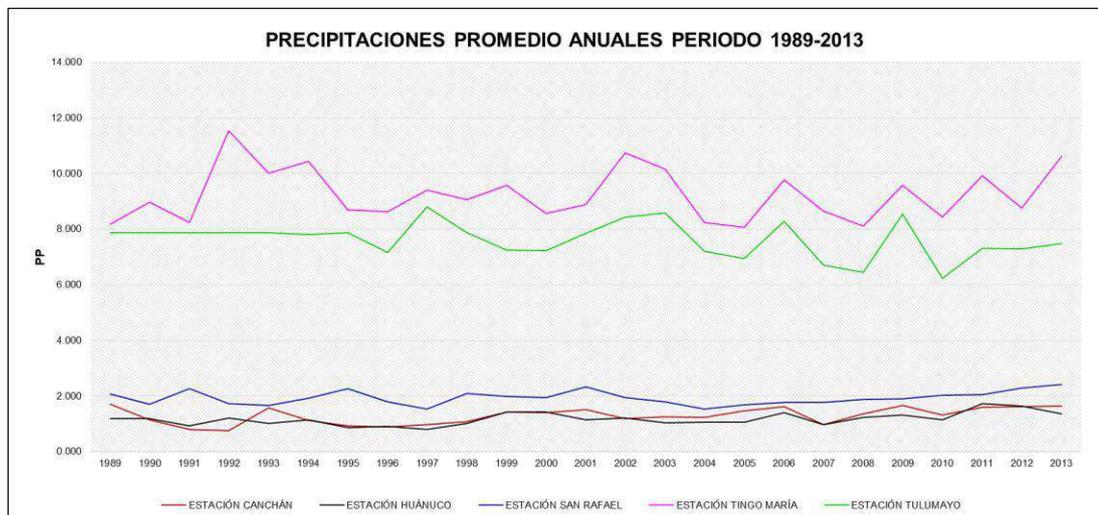
DATOS DE ESTACIÓN			
ESTACIÓN	COORD X	COORD Y	COORD Z
CANCHAN	356425.5	8903044.5	1986
HUÁNUCO	363133.6	8899635.6	1919
SAN RAFAEL	371175.1	8857946.9	2699
TINGO MARÍA	390121	8970701.2	657
TULUMAYO	389088.5	8988734.4	612

Fuente: (Elaboración Propia)

De estas estaciones se encontraron valores en común de los periodos de 1989 al 2013 con lo cual sirvió de base para realizar los cálculos de los caudales.

**Figura N° 37**

*Precipitaciones promedios registrados por las estaciones*

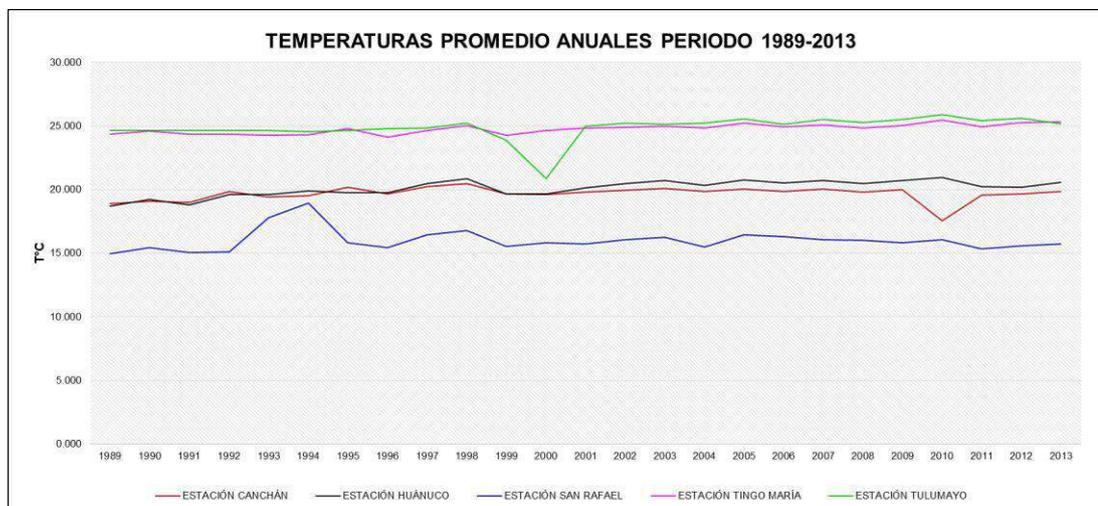


Fuente: (Elaboración Propia)

Los valores de precipitación registrados presentan una correlación en las crestas que hacen suponer que dichos valores tienen concordancia dentro de sus lecturas, si bien se presentan 2 estaciones con lecturas en promedio altas estas solo sirvieron para realizar la aplicación de polígonos de Thiessen para la determinación de precipitaciones en el centroide de cada subcuenca.

**Figura N° 38**

*Precipitaciones promedias registrados por las estaciones*

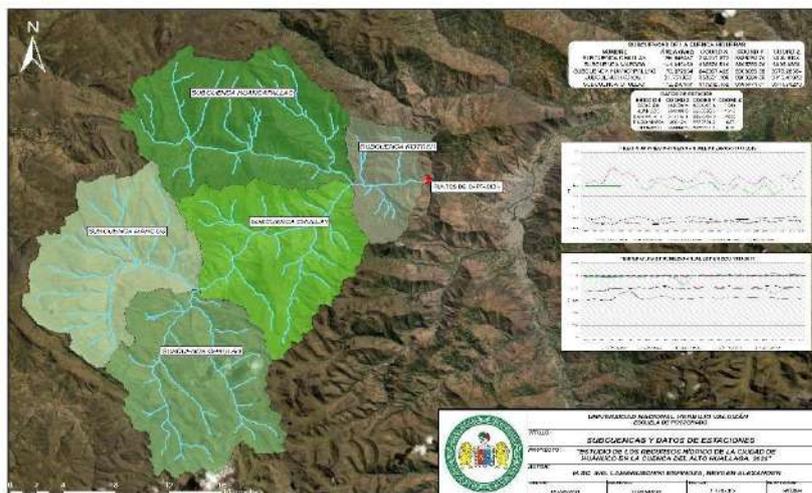


Fuente: (Elaboración Propia)

Los valores de temperatura son relevantes para el cálculo de la evapotranspiración de la zona, los valores registrados van desde los 15°C hasta alrededor de los 25°C de lecturas.

**Figura N° 39**

Mapa con información relacionada a la hidrología

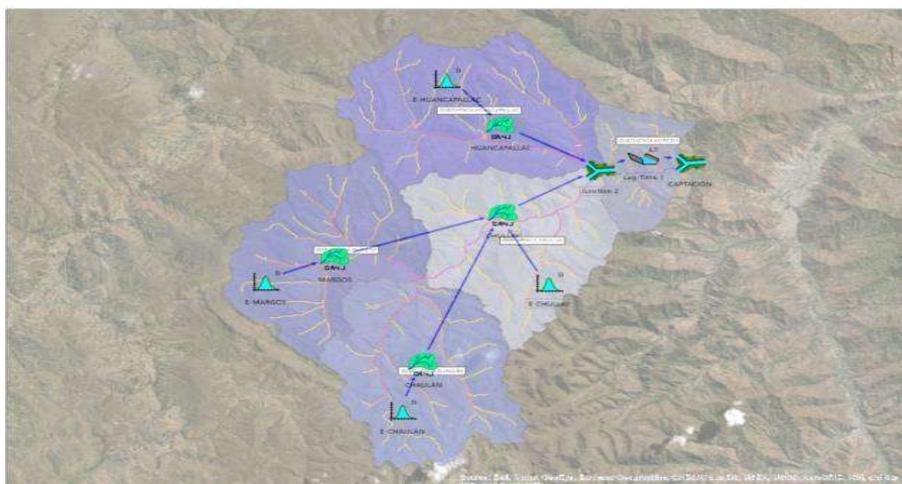


Fuente: (Elaboración Propia)

Para la determinación de los caudales de la zona se procedió a realizar un modelo en el software RS Minerve, aplicando la metodología de modelos GR4J, este modelo se aplica cuando se requieren determinar valores de disponibilidad hídrica y sin presencia de glaciares, dicho modelo se ajusta a las condiciones del entorno en el cual se está trabajando.

**Figura N° 40**

Modelo topológico en el software RS Minerve

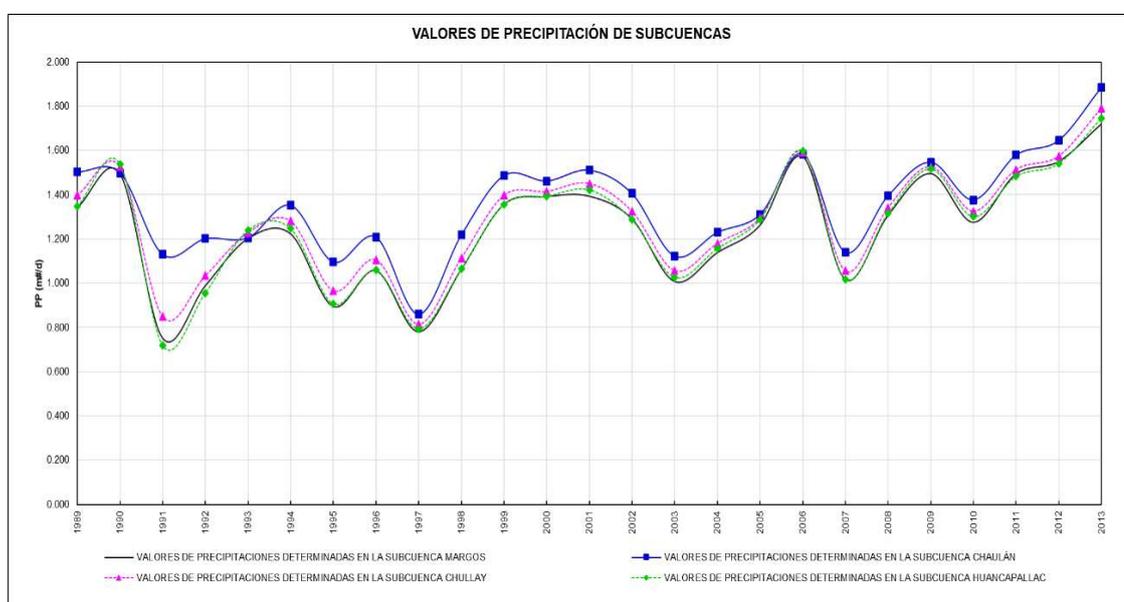


Fuente: (Elaboración Propia)

La subcuenca de Kotosh no fue modelada en el modelo topológico debido a que el punto de captación se encuentra antes del desfogue de dicha subcuenca. En reemplazo se consideró un río de 6.33 km de longitud, que es determinado desde el punto de confluencia de las subcuencas de Chullay y Huancapallac hasta el punto de captación. Se modelaron estaciones virtuales en cada una de las subcuencas ubicadas en su centroide con las cuales se pueden determinar las precipitaciones medias a partir de la metodología de Thiessen.

**Figura N° 41**

*Valores de precipitación calculados para el centroide*

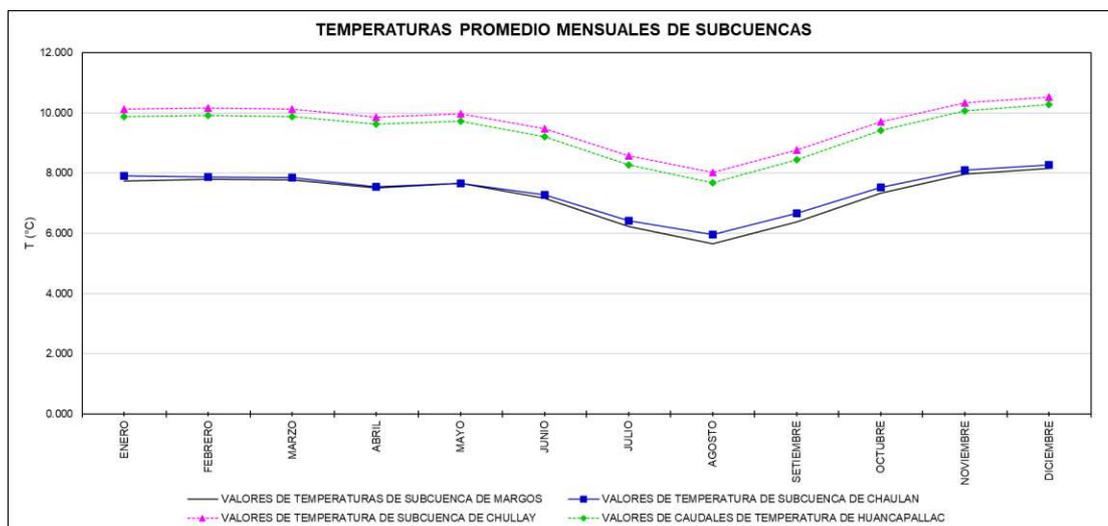


Fuente: (Elaboración Propia)

Estos valores se determinaron con la finalidad de calcular los valores de caudales en cada uno de los años del periodo de tiempo estimado.

Figura N° 42

Valores de temperatura calculados para el centroide

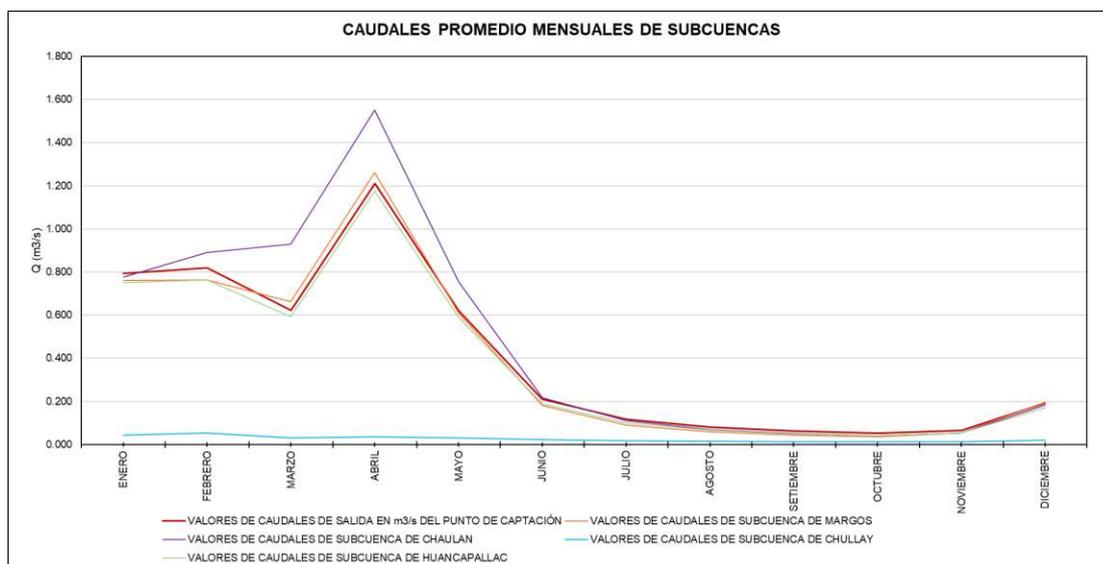


Fuente: (Elaboración Propia)

Los valores de temperatura se calcularon para cada una de las subcuencas en promedio, estos valores fueron determinantes para el cálculo de la evapotranspiración de la zona.

Figura N° 43

Valores de temperatura calculados para el centroide

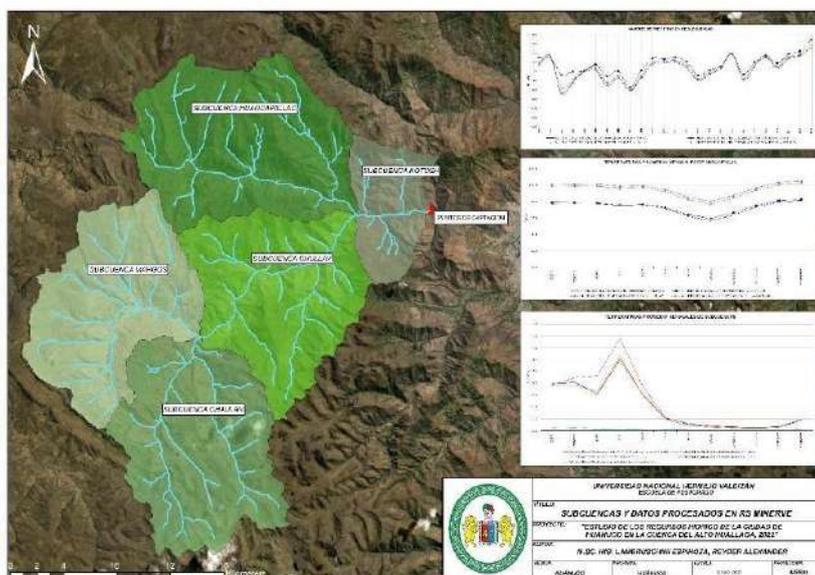


Fuente: (Elaboración Propia)

A partir del modelo hidrológico GR4J e ingresando las condiciones de entorno al software RS Minerve se lograron calcular los valores de caudales que se generaron en las estaciones virtuales de la cuenca del río Higueras delimitada hasta el punto de captación, con ello se pudo determinar los aportes de las cuencas para el punto de desfogue, en el análisis hidrológico se pudo determinar que la subcuenca de Chullay no tuvo un gran impacto, esto se dio debido a que no hay presencia de estaciones más cercanas a la subcuenca que dieran informaciones relevantes para el estudio, de la Figura N°41 se evidencian los valores de caudales que se generaron de manera sintética para el punto de captación la cual se evidencia con la línea roja marcada, mientras que el resto de gráficas son meramente los aportes de las subcuencas a este resultado. Los valores determinados para el punto de captación oscilan entre 1.6 m<sup>3</sup>/s a 0.2 m<sup>3</sup>/s a partir de los cuales se realizará un análisis de persistencia para determinar cuáles son los caudales aprovechables del río Higueras.

**Figura N° 44**

*Mapa de valores calculados en el RS Minerve*



Fuente: (Elaboración Propia)

### 5.1.6 Análisis de balance hídrico

A partir de los valores de caudales determinados se procede a determinar la persistencia al 75% a partir de los valores determinados.

Tabla N° 39

Estaciones en la periferia del río Higueras

VALORES DE CAUDALES DE SALIDA EN m <sup>3</sup> /s DEL PUNTO DE CAPTACION																
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
1	0.002	0.039	0.094	0.761	0.446	0.164	0.094	0.064	0.048	0.039	0.050	0.073	0.227	0.761	0.156	1.873
2	5.271	3.313	0.551	0.248	0.219	0.144	0.115	0.085	0.067	0.055	0.138	0.572	1.296	5.271	0.898	10.780
3	0.775	0.292	0.168	0.109	0.078	0.060	0.049	0.041	0.035	0.031	0.052	0.041	0.148	0.775	0.144	1.733
4	0.048	0.052	0.088	0.381	0.177	0.104	0.072	0.055	0.067	0.057	0.068	0.074	0.067	0.381	0.104	1.242
5	0.058	0.046	0.077	0.467	0.520	0.231	0.133	0.086	0.063	0.051	0.044	0.152	0.227	0.520	0.161	1.929
6	0.645	0.519	0.727	0.299	0.346	0.165	0.100	0.070	0.053	0.043	0.057	0.101	0.375	0.727	0.260	3.126
7	0.066	0.100	0.112	0.599	0.345	0.145	0.090	0.064	0.049	0.040	0.034	0.031	0.164	0.599	0.140	1.676
8	0.045	0.093	0.098	0.083	0.503	0.277	0.132	0.085	0.061	0.048	0.040	0.053	0.137	0.503	0.126	1.517
9	0.062	0.120	0.228	0.217	0.124	0.081	0.059	0.047	0.039	0.033	0.029	0.027	0.148	0.228	0.089	1.064
10	0.034	0.323	0.575	0.893	0.281	0.132	0.084	0.061	0.048	0.039	0.033	0.118	0.245	0.893	0.219	2.623
11	0.165	0.330	1.382	3.594	0.953	0.227	0.126	0.086	0.065	0.059	0.050	0.055	0.674	3.594	0.591	7.093
12	0.146	0.299	1.104	3.875	0.965	0.224	0.125	0.086	0.069	0.055	0.047	0.046	0.610	3.875	0.587	7.041
13	0.269	2.268	0.937	0.796	0.924	0.267	0.143	0.097	0.073	0.058	0.053	1.144	0.793	2.268	0.586	7.029
14	0.873	0.324	0.250	1.063	0.689	0.269	0.146	0.102	0.076	0.061	0.120	0.364	0.427	1.063	0.362	4.338
15	0.174	0.129	0.145	0.351	0.442	0.169	0.102	0.073	0.057	0.046	0.057	0.123	0.194	0.442	0.156	1.870
16	1.090	0.470	0.223	0.415	0.568	0.257	0.138	0.092	0.069	0.058	0.054	0.048	0.377	1.090	0.290	3.484
17	0.225	0.940	1.012	1.450	0.490	0.181	0.109	0.078	0.063	0.052	0.054	0.061	0.503	1.450	0.393	4.716
18	1.619	2.695	1.037	1.596	1.271	0.253	0.140	0.096	0.073	0.059	0.082	0.489	0.951	2.695	0.784	9.407
19	0.732	0.822	0.262	0.215	0.163	0.105	0.075	0.059	0.048	0.040	0.114	0.191	0.263	0.822	0.235	2.825
20	0.295	0.473	1.034	1.969	0.805	0.284	0.144	0.096	0.072	0.067	0.058	0.111	0.530	1.969	0.451	5.407
21	0.358	1.938	1.354	1.526	1.615	0.474	0.190	0.121	0.087	0.068	0.061	0.064	0.822	1.938	0.655	7.857
22	0.180	0.234	0.867	2.257	0.713	0.229	0.136	0.096	0.073	0.061	0.055	0.210	0.569	2.257	0.426	5.111
23	0.337	0.663	0.839	2.462	1.227	0.263	0.140	0.093	0.070	0.055	0.159	0.261	0.529	2.462	0.547	6.570
24	1.665	2.689	0.924	0.777	0.430	0.231	0.132	0.092	0.070	0.056	0.074	0.278	0.645	2.689	0.618	7.419
25	4.723	1.285	1.499	3.858	1.182	0.307	0.170	0.117	0.093	0.076	0.069	0.114	1.305	4.723	1.124	13.493
<b>MÍNIMO</b>	0.002	0.039	0.077	0.083	0.078	0.060	0.049	0.041	0.035	0.031	0.029	0.027				
<b>MÁXIMO</b>	5.271	3.313	1.499	3.875	1.615	0.474	0.190	0.121	0.093	0.076	0.159	1.144				
<b>PROMEDIO</b>	0.794	0.818	0.624	1.210	0.619	0.210	0.118	0.082	0.063	0.052	0.066	0.192				
<b>ACUMULADO</b>	19.857	20.457	15.589	30.260	15.475	5.245	2.947	2.045	1.586	1.308	1.652	4.803				
<b>P(75%) (m<sup>3</sup>/s)</b>	4.111	2.694	1.376	3.805	1.262	0.303	0.166	0.114	0.085	0.067	0.135	0.555				

Fuente: (Elaboración Propia)

Se pudo determinar que los valores de persistencia son 4.11, 2.69, 1.37, 3.80, 1.26, 0.30, 0.16, 0.11, 0.08, 0.06, 0.13, 0.55 m<sup>3</sup>/s; para los meses de enero a diciembre de un año normal. A partir de ello se plantean los valores de demanda ecológica, estos valores aseguran que la vida dentro del ecosistema del río no se vea afectado, para ello se tomó como pertinente considerar el 10% del valor de caudal promedio mensual que se calculó.

Tabla N° 40

Valores de oferta total y caudal ecológico

Fuente: (Elaboración Propia)

Se determinó que la oferta total de la cuenca será el valor de persistencia al 75% a ello se le tienen que descontar los valores de caudal ecológico, los cuales son 0.079, 0.082, 0.062, 0.121, 0.062, 0.021, 0.012, 0.008, 0.006, 0.005, 0.007, 0.019 m<sup>3</sup>/s; para los meses de enero a diciembre respectivamente.

Tabla N° 41

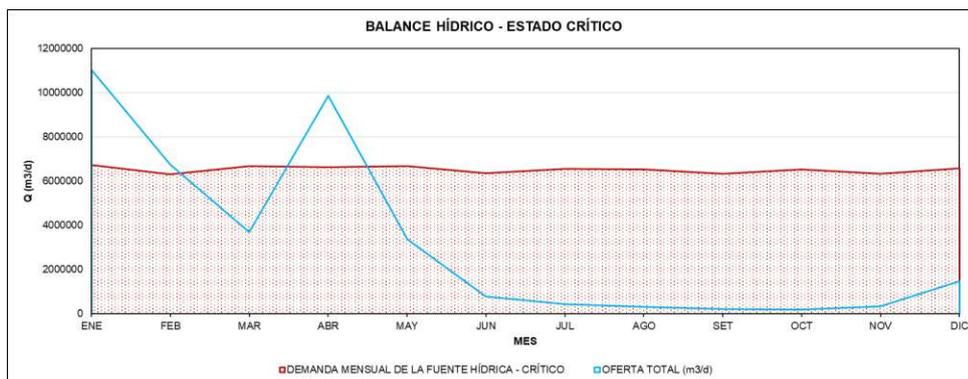
Valores de balance hídrico en estado poblacional crítico

DEMANDA MENSUAL DE LA FUENTE HÍDRICA - CRÍTICO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03
DEMANDA (l/seg)	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03
DESCRIPCIÓN	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03
DEMANDA (m <sup>3</sup> /d)	6519281.38	6098682.58	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6308981.98	6519281.38
TOTAL MENSUAL (m <sup>3</sup> /d)	6519281.38	6098682.58	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6308981.98	6519281.38
OFERTA MENSUAL DE LA FUENTE HÍDRICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE OFERTA	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	165.66	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15
CAUDAL DE DISEÑO (l/seg)	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	165.66	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15
DESCRIPCIÓN	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	165.66	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15
OFERTA (m <sup>3</sup> /d)	11011388.46	6749642.80	3685854.97	9863010.56	3380079.27	784468.10	443691.95	305664.35	219951.50	180738.83	349118.49	1486913.96
TOTAL MENSUAL (m <sup>3</sup> /d)	11011388.46	6749642.80	3685854.97	9863010.56	3380079.27	784468.10	443691.95	305664.35	219951.50	180738.83	349118.49	1486913.96
DEMANDA ECOLÓGICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA ECO.	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.35	5.23	6.61	19.21
DEMANDA (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.35	5.23	6.61	19.21
DESCRIPCIÓN	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.35	5.23	6.61	19.21
DEMANDA (m <sup>3</sup> /d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165790.94	54380.34	31573.40	21904.35	16446.94	14014.47	17123.47	51452.51
TOTAL MENSUAL (m <sup>3</sup> /d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165790.94	54380.34	31573.40	21904.35	16446.94	14014.47	17123.47	51452.51
BALANCE HÍDRICO - ESTADO CRÍTICO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
OFERTA TOTAL (m <sup>3</sup> /d)	11011388.46	6749642.80	3685854.97	9863010.56	3380079.27	784468.10	443691.95	305664.35	219951.50	180738.83	349118.49	1486913.96
DEMANDA POBLAC. (m <sup>3</sup> /d)	6519281.38	6098682.58	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6308981.98	6519281.38
DEMANDA ECO. (m <sup>3</sup> /d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165790.94	54380.34	31573.40	21904.35	16446.94	14014.47	17123.47	51452.51
EQUILIBRIO (m <sup>3</sup> /d)	4279369.35	445927.41	-3000439.15	3240289.61	-3304993.04	-5578994.22	-6107162.83	-6235521.38	-6105477.41	-6352557.01	-5976986.96	-5083819.93

Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 45

Valores de balance hídrico en estado poblacional crítico



Fuente: (Elaboración Propia)

A partir del balance hídrico se pudo determinar que para un estado crítico la demanda para el año 2042 no será satisfecha de acuerdo a el potencial hídrico que tiene el río Higuerras debido a que a partir del mes de mayo se nota un decrecimiento considerable en los valores de oferta.

Tabla N° 42

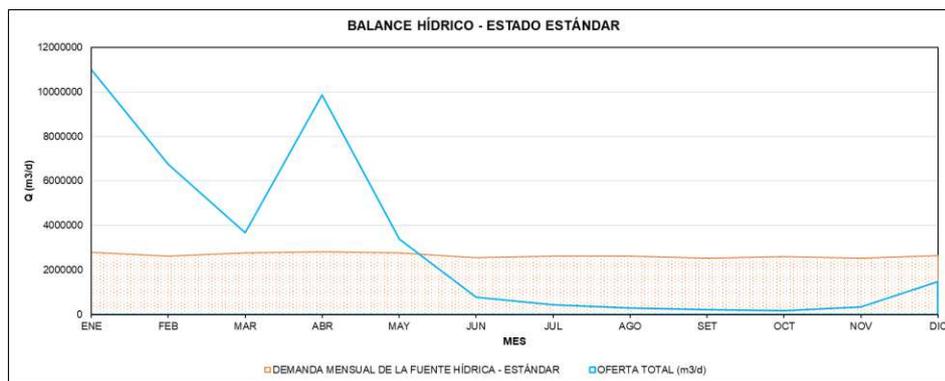
Valores de balance hídrico en estado poblacional estándar

DEMANDA MENSUAL DE LA FUENTE HÍDRICA - ESTÁNDAR												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99
DEMANDA (l/seg)	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99
MESES												
DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99
DEMANDA (m³/d)	2598034.83	2430419.68	2598034.83	2514227.25	2598034.83	2514227.25	2598034.83	2598034.83	2514227.25	2598034.83	2514227.25	2598034.83
TOTAL MENSUAL (m³/d)	<b>2598034.83</b>	<b>2430419.68</b>	<b>2598034.83</b>	<b>2514227.25</b>	<b>2598034.83</b>	<b>2514227.25</b>	<b>2598034.83</b>	<b>2598034.83</b>	<b>2514227.25</b>	<b>2598034.83</b>	<b>2514227.25</b>	<b>2598034.83</b>
OFERTA MENSUAL DE LA FUENTE HÍDRICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE OFERTA	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	165.66	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15
CAUDAL DE DISEÑO (l/seg)	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	165.66	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15
MESES												
DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	165.66	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15
OFERTA (m³/d)	11011388.46	6749642.80	3685854.97	9863010.56	3380079.27	784468.10	443691.95	305664.35	219951.50	180738.83	349118.49	1486913.96
TOTAL MENSUAL (m³/d)	<b>11011388.46</b>	<b>6749642.80</b>	<b>3685854.97</b>	<b>9863010.56</b>	<b>3380079.27</b>	<b>784468.10</b>	<b>443691.95</b>	<b>305664.35</b>	<b>219951.50</b>	<b>180738.83</b>	<b>349118.49</b>	<b>1486913.96</b>
DEMANDA ECOLÓGICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA ECO.	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.35	5.23	6.61	19.21
DEMANDA (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.35	5.23	6.61	19.21
MESES												
DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.35	5.23	6.61	19.21
DEMANDA (m³/d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165790.94	54380.34	31573.40	21904.35	16446.94	14014.47	17123.47	51452.51
TOTAL MENSUAL (m³/d)	<b>212737.73</b>	<b>205032.80</b>	<b>167012.74</b>	<b>313738.97</b>	<b>165790.94</b>	<b>54380.34</b>	<b>31573.40</b>	<b>21904.35</b>	<b>16446.94</b>	<b>14014.47</b>	<b>17123.47</b>	<b>51452.51</b>
BALANCE HÍDRICO - ESTADO ESTÁNDAR												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
OFERTA TOTAL (m³/d)	11011388.46	6749642.80	3685854.97	9863010.56	3380079.27	784468.10	443691.95	305664.35	219951.50	180738.83	349118.49	1486913.96
DEMANDA POBLAC. (m³/d)	2598034.83	2430419.68	2598034.83	2514227.25	2598034.83	2514227.25	2598034.83	2598034.83	2514227.25	2598034.83	2514227.25	2598034.83
DEMANDA ECO. (m³/d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165790.94	54380.34	31573.40	21904.35	16446.94	14014.47	17123.47	51452.51
EQUILIBRIO (m³/d)	8200615.91	4114190.32	920807.41	7035044.34	616253.51	-1784139.49	-2185916.28	-2314274.82	-2310722.68	-2431310.46	-2182232.23	-1162573.38

Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 46

Valores de balance hídrico en estado poblacional estándar



Fuente: (Elaboración Propia)

A partir del balance hídrico se pudo determinar que para un estado estándar la demanda para el año 2042 podría ser satisfecha si se aplica un plan de reserva de agua, debido a que en los meses de enero a mayo la oferta es muy superior a la demanda hídrica.

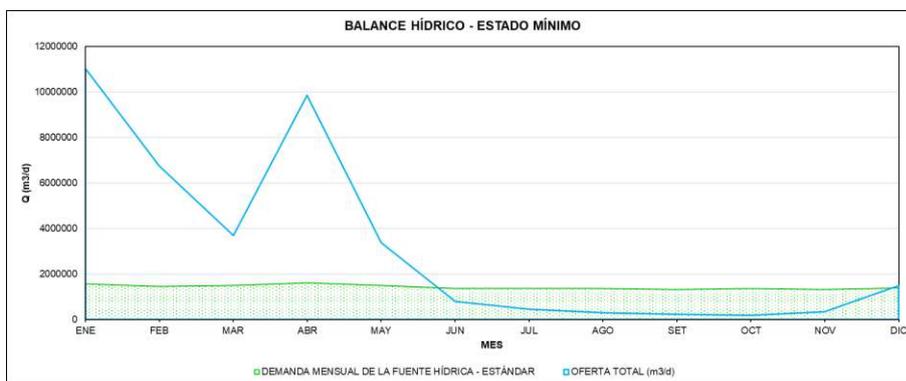
Tabla N° 43

Valores de balance hídrico en estado poblacional mínimo

DEMANDA MENSUAL DE LA FUENTE HÍDRICA - MÍNIMO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74
DEMANDA (l/seg)	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74
MESES												
DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74
DEMANDA (m³/d)	1342312.63	1255711.81	1342312.63	1299012.22	1342312.63	1299012.22	1342312.63	1342312.63	1299012.22	1342312.63	1299012.22	1342312.63
TOTAL MENSUAL (m³/d)	<b>1342312.63</b>	<b>1255711.81</b>	<b>1342312.63</b>	<b>1299012.22</b>	<b>1342312.63</b>	<b>1299012.22</b>	<b>1342312.63</b>	<b>1342312.63</b>	<b>1299012.22</b>	<b>1342312.63</b>	<b>1299012.22</b>	<b>1342312.63</b>
OFERTA MENSUAL DE LA FUENTE HÍDRICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE OFERTA	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	165.66	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15
CAUDAL DE DISEÑO (l/seg)	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	165.66	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15
MESES												
DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	165.66	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15
OFERTA (m³/d)	11011388.46	6749642.80	3685854.97	9863010.56	3380079.27	784468.10	443691.95	305664.35	219951.50	180738.83	349118.49	1486913.96
TOTAL MENSUAL (m³/d)	<b>11011388.46</b>	<b>6749642.80</b>	<b>3685854.97</b>	<b>9863010.56</b>	<b>3380079.27</b>	<b>784468.10</b>	<b>443691.95</b>	<b>305664.35</b>	<b>219951.50</b>	<b>180738.83</b>	<b>349118.49</b>	<b>1486913.96</b>
DEMANDA ECOLÓGICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA ECO.	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.35	5.23	6.61	19.21
DEMANDA (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.35	5.23	6.61	19.21
MESES												
DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.35	5.23	6.61	19.21
DEMANDA (m³/d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165790.94	54380.34	31573.40	21904.35	16446.94	14014.47	17123.47	51452.51
TOTAL MENSUAL (m³/d)	<b>212737.73</b>	<b>205032.80</b>	<b>167012.74</b>	<b>313738.97</b>	<b>165790.94</b>	<b>54380.34</b>	<b>31573.40</b>	<b>21904.35</b>	<b>16446.94</b>	<b>14014.47</b>	<b>17123.47</b>	<b>51452.51</b>
BALANCE HÍDRICO - ESTADO MÍNIMO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
OFERTA TOTAL (m³/d)	11011388.46	6749642.80	3685854.97	9863010.56	3380079.27	784468.10	443691.95	305664.35	219951.50	180738.83	349118.49	1486913.96
DEMANDA POBLAC. (m³/d)	1342312.63	1255711.81	1342312.63	1299012.22	1342312.63	1299012.22	1342312.63	1342312.63	1299012.22	1342312.63	1299012.22	1342312.63
DEMANDA ECO. (m³/d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165790.94	54380.34	31573.40	21904.35	16446.94	14014.47	17123.47	51452.51
EQUILIBRIO (m³/d)	9456338.10	5288898.18	2176529.60	8250259.36	1871975.71	-568924.46	-930194.08	-1058552.63	-1095507.65	-1175588.26	-967017.20	93148.82

Fuente: (Elaboración Propia)

**Figura N° 47**  
Valores de balance hídrico en estado poblacional mínimo



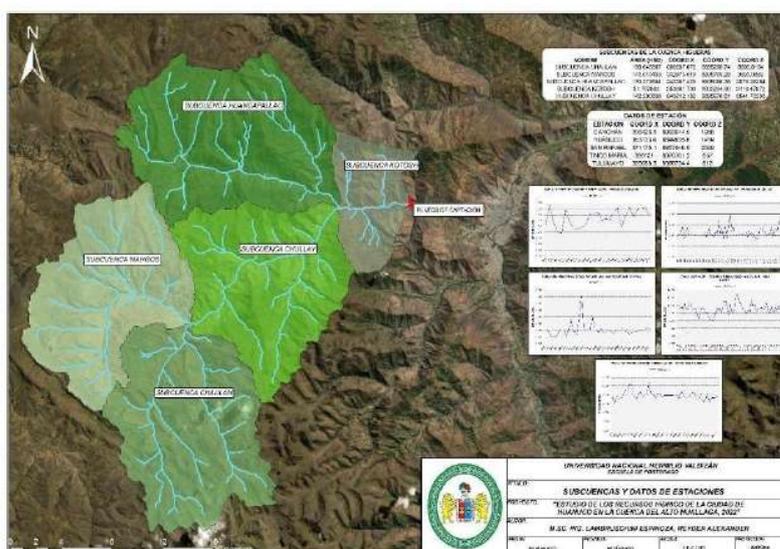
Fuente: (Elaboración Propia)

A partir del balance hídrico se pudo determinar que para un estado mínima la demanda para el año 2042 podría ser satisfecha si se aplica un plan de reserva de agua, debido a que en los meses de enero a mayo la oferta es muy superior a la demanda hídrica.

## 5.2 Análisis inferencial y/o contrastación de hipótesis

H<sub>1</sub>: La elaboración de un estudio de Recursos Hídricos en el software RS-Minerve, nos permite mejorar la gestión en la disponibilidad de hídrica que se tiene en la cuenca del Alto Huallaga en la ciudad de Huánuco.

**Figura N° 48**  
Mapa de identificación de subcuencas

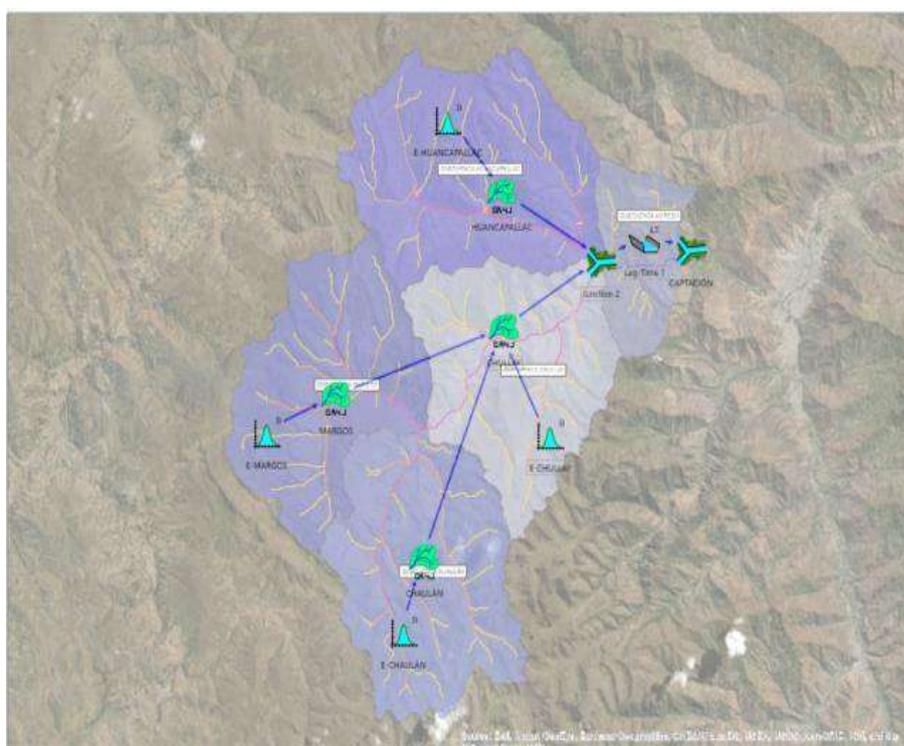


Fuente: (Elaboración Propia)

Inicialmente se identificó que la cuenca del río Higueras forma parte de la gran cuenca del río Huallaga y dentro del distrito de Riego Alto Huallaga, a partir de ello se lograron identificar las estaciones de registro del SENAMHI, para la determinación de los valores de caudales que se generen en cada uno de las subcuencas, identificado los valores de precipitaciones, temperatura, ubicación y área se procedió a realizar el modelo topológico inicial de la cuenca en el software RS Minerve.

**Figura N° 49**

*Modelo topológico en el software RS Minerve*

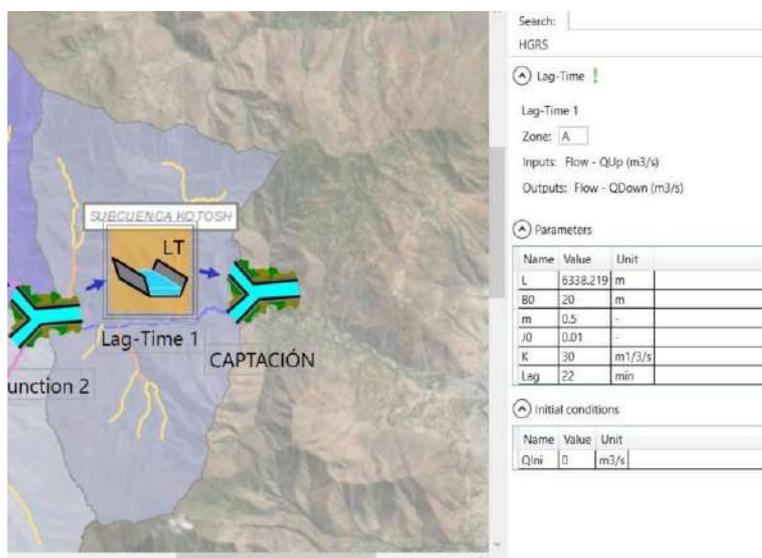


Fuente: (Elaboración Propia)

En el modelo no se consideró toda la amplitud de la subcuenca Kotosh debido a que el punto de desfogue de la modelación se encuentra dentro del recorrido de la subcuenca, es por ello que se determinó como óptima modelarlo como un río de longitud de 6.33 km con un ancho de 20m

Figura N° 50

Modelo topológico en el software RS Minerve

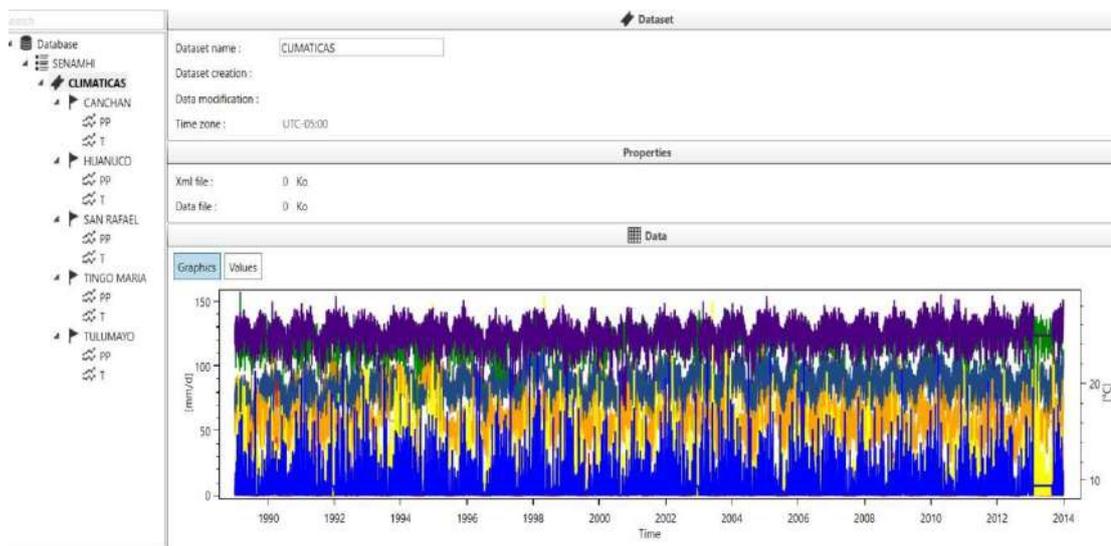


Fuente: (Elaboración Propia)

A partir de ello se ingresan los datos de las estaciones brindadas por el SENAMHI, para poder determinar los valores de temperatura y precipitación en el centroide de cada una de las subcuencas.

Figura N° 51

Base de datos de SENAMHI en el software RS Minerve

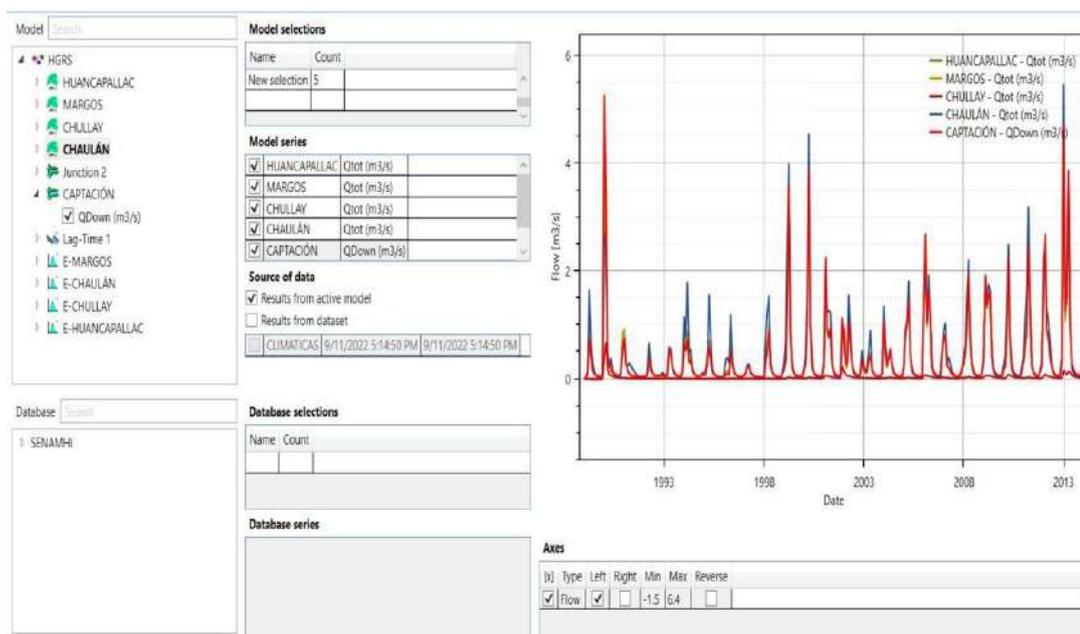


Fuente: (Elaboración Propia)

El periodo de tiempo de valores fue desde el 01/01/1989 hasta el 31/12/2013 considerando así los 25 años para la investigación.

Teniendo la base de datos cargada en el software, se logró determinar los valores de caudales generados en el punto de captación, los cuales presentaron:

**Figura N° 52**  
Caudales calculados en el software RS Minerve



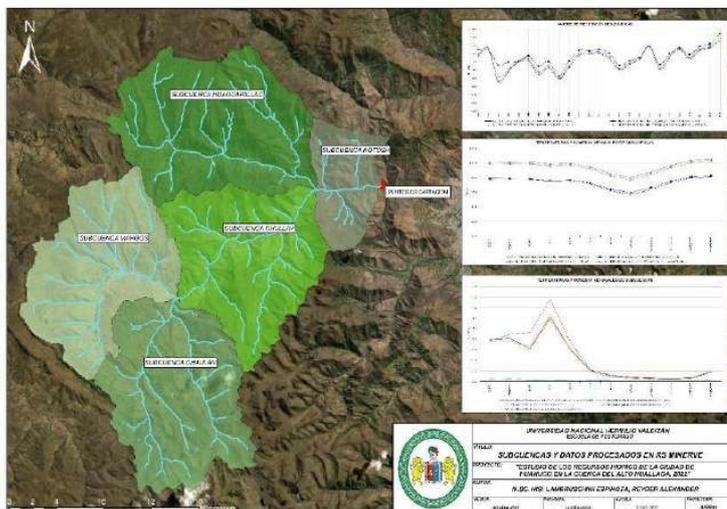
Fuente: (Elaboración Propia)

Los valores determinados en el software fueron exportados a hojas Excel en las cuales se lograron determinar los valores promedios y la persistencia de los caudales como se muestra en la tabla N°39.

A partir de ello se pudo determinar que la hipótesis es verdadera ya que el software RS Minerve ayuda de manera significativa en la determinación de la disponibilidad de recursos hídricos con su modelo GR4J especializado generalmente para el cálculo de los recursos hídricos de una zona determinado con el fin de lograr así determinar el aprovechamiento adecuado del mismo.

H<sub>S1</sub>: La elaboración de un estudio de Recursos Hídricos, nos permite, analizar las características de la gestión de hídrica que se tiene como un mecanismo de acceso en la localidad de Huánuco.

**Figura N° 53**  
 Mapa de valores calculados en el RS Minerve



Fuente: (Elaboración Propia)

Representando los valores de recursos hídricos determinados a partir de precipitaciones registradas en estaciones por el SENAMHI y con los datos estadísticos de distribución de agua potable en las viviendas brindadas por el INEI.

**Figura N° 54**  
 Valores de viviendas abastecidas de agua en Huánuco



Fuente: (Adaptado del INEI)

Se pudo determinar que gran parte de la población actual no cuenta con un acceso a agua debido a la mala administración hídrica a esto si se le suman en el incremento de población en estado crítico se verá muy comprometida los recursos hídricos del río Higuerras generando así la necesidad de encontrar una nueva fuente de agua para la población creciente.

Dado los resultados la hipótesis se considera verdadera debido a que los valores encontrados de oferta hídrica y por ende un estudio de recursos hídricos evidencian los puntos críticos en los cuales se tengan que trabajar y generar soluciones dándose así una mejor gestión hídrica en la zona.

H<sub>32</sub>: La elaboración de un estudio de Recursos Hídricos, nos permite, generar los caudales medios mensuales para el año de estudio y un periodo mayor en la localidad de Huánuco.

Tabla N° 44

Estaciones en la periferia del río Higuerras

VALORES DE CAUDALES DE SALIDA EN m <sup>3</sup> /s DEL PUNTO DE CAPTACION																
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
1	0.002	0.039	0.094	0.761	0.446	0.164	0.094	0.064	0.048	0.039	0.050	0.073	0.227	0.761	0.156	1.873
2	5.271	3.313	0.551	0.248	0.219	0.144	0.115	0.085	0.067	0.055	0.138	0.572	1.296	5.271	0.898	10.780
3	0.775	0.292	0.168	0.109	0.078	0.060	0.049	0.041	0.035	0.031	0.052	0.041	0.148	0.775	0.144	1.733
4	0.048	0.052	0.088	0.381	0.177	0.104	0.072	0.055	0.067	0.057	0.068	0.074	0.067	0.381	0.104	1.242
5	0.058	0.046	0.077	0.467	0.520	0.231	0.133	0.086	0.063	0.051	0.044	0.152	0.227	0.520	0.161	1.929
6	0.645	0.519	0.727	0.299	0.346	0.165	0.100	0.070	0.053	0.043	0.057	0.101	0.375	0.727	0.260	3.126
7	0.066	0.100	0.112	0.599	0.345	0.145	0.090	0.064	0.049	0.040	0.034	0.031	0.164	0.599	0.140	1.676
8	0.045	0.093	0.098	0.083	0.503	0.277	0.132	0.085	0.061	0.048	0.040	0.053	0.137	0.503	0.126	1.517
9	0.062	0.120	0.228	0.217	0.124	0.081	0.059	0.047	0.039	0.033	0.029	0.027	0.148	0.228	0.089	1.064
10	0.034	0.323	0.575	0.893	0.281	0.132	0.084	0.061	0.048	0.039	0.033	0.118	0.245	0.893	0.219	2.623
11	0.165	0.330	1.382	3.594	0.953	0.227	0.126	0.086	0.065	0.059	0.050	0.055	0.674	3.594	0.591	7.093
12	0.146	0.299	1.104	3.875	0.965	0.224	0.125	0.086	0.069	0.055	0.047	0.046	0.610	3.875	0.587	7.041
13	0.269	2.268	0.937	0.796	0.924	0.267	0.143	0.097	0.073	0.058	0.053	1.144	0.793	2.268	0.586	7.029
14	0.873	0.324	0.250	1.063	0.689	0.269	0.146	0.102	0.076	0.061	0.120	0.364	0.427	1.063	0.362	4.338
15	0.174	0.129	0.145	0.351	0.442	0.169	0.102	0.073	0.057	0.046	0.057	0.123	0.194	0.442	0.156	1.870
16	1.090	0.470	0.223	0.415	0.568	0.257	0.138	0.092	0.069	0.058	0.054	0.048	0.377	1.090	0.290	3.484
17	0.225	0.940	1.012	1.450	0.490	0.181	0.109	0.078	0.063	0.052	0.054	0.061	0.503	1.450	0.393	4.716
18	1.619	2.695	1.037	1.596	1.271	0.253	0.140	0.096	0.073	0.059	0.082	0.489	0.951	2.695	0.784	9.407
19	0.732	0.822	0.262	0.215	0.163	0.105	0.075	0.059	0.048	0.040	0.114	0.191	0.263	0.822	0.235	2.825
20	0.295	0.473	1.034	1.969	0.805	0.284	0.144	0.096	0.072	0.067	0.058	0.111	0.530	1.969	0.451	5.407
21	0.358	1.938	1.354	1.526	1.615	0.474	0.190	0.121	0.087	0.068	0.061	0.064	0.822	1.938	0.655	7.857
22	0.180	0.234	0.867	2.257	0.713	0.229	0.136	0.096	0.073	0.061	0.055	0.210	0.569	2.257	0.426	5.111
23	0.337	0.663	0.839	2.462	1.227	0.263	0.140	0.093	0.070	0.055	0.159	0.261	0.529	2.462	0.547	6.570
24	1.665	2.689	0.924	0.777	0.430	0.231	0.132	0.092	0.070	0.056	0.074	0.278	0.645	2.689	0.618	7.419
25	4.723	1.285	1.499	3.858	1.182	0.307	0.170	0.117	0.093	0.076	0.069	0.114	1.305	4.723	1.124	13.493
MINIMO	0.002	0.039	0.077	0.083	0.078	0.060	0.049	0.041	0.035	0.031	0.029	0.027				
MAXIMO	5.271	3.313	1.499	3.875	1.615	0.474	0.190	0.121	0.093	0.076	0.159	1.144				
PROMEDIO	0.794	0.818	0.624	1.210	0.619	0.210	0.118	0.082	0.063	0.052	0.066	0.192				
ACUMULADO	19.857	20.457	15.589	30.260	15.475	5.245	2.947	2.045	1.586	1.308	1.652	4.803				
P(75%) (m <sup>3</sup> /s)	4.111	2.694	1.376	3.805	1.262	0.303	0.166	0.114	0.085	0.067	0.135	0.555				

Fuente: (Elaboración Propia)

De los valores obtenidos en el software RS Minerve se lograron generar caudales medios mensuales a lo largo de un periodo determinado de tiempo, y con ello también se determinaron las persistencias de caudales y los valores de caudales ecológicos para la zona, con ello se demuestra que la hipótesis es

verdadera y que a partir de investigaciones de recursos hídricos es posible obtener valores de caudales en diferentes años de investigación

H<sub>33</sub>: La elaboración de un estudio de Recursos Hídricos, nos permite, elaborar un plan de contingencia para satisfacer las demandas de agua de una población futura.

**Tabla N° 45**

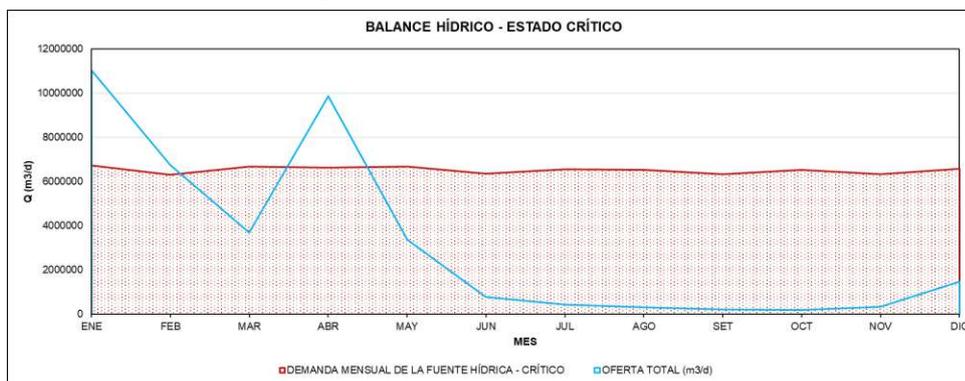
Valores de balance hídrico en estado poblacional crítico

DEMANDA MENSUAL DE LA FUENTE HÍDRICA - CRÍTICO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03
DEMANDA (l/seg)	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03
MESES												
DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03	3651.03
DEMANDA (m <sup>3</sup> /d)	6519281.38	6098682.58	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6308981.98	6519281.38
<b>TOTAL MENSUAL (m<sup>3</sup>/d)</b>	<b>6519281.38</b>	<b>6098682.58</b>	<b>6519281.38</b>	<b>6308981.98</b>	<b>6519281.38</b>	<b>6308981.98</b>	<b>6519281.38</b>	<b>6519281.38</b>	<b>6308981.98</b>	<b>6519281.38</b>	<b>6308981.98</b>	<b>6519281.38</b>
OFERTA MENSUAL DE LA FUENTE HÍDRICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE OFERTA	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	165.66	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15
CAUDAL DE DISEÑO (l/seg)	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	165.66	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15
MESES												
DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	165.66	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15
OFERTA (m <sup>3</sup> /d)	11011388.46	6749642.80	3685854.97	9863010.56	3380079.27	784468.10	443691.95	305664.35	219951.50	180738.83	349118.49	1486913.96
<b>TOTAL MENSUAL (m<sup>3</sup>/d)</b>	<b>11011388.46</b>	<b>6749642.80</b>	<b>3685854.97</b>	<b>9863010.56</b>	<b>3380079.27</b>	<b>784468.10</b>	<b>443691.95</b>	<b>305664.35</b>	<b>219951.50</b>	<b>180738.83</b>	<b>349118.49</b>	<b>1486913.96</b>
DEMANDA ECOLÓGICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA ECO.	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.35	5.23	6.61	19.21
DEMANDA (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.35	5.23	6.61	19.21
MESES												
DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.35	5.23	6.61	19.21
DEMANDA (m <sup>3</sup> /d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165790.94	54380.34	31573.40	21904.35	16446.94	14014.47	17123.47	51452.51
<b>TOTAL MENSUAL (m<sup>3</sup>/d)</b>	<b>212737.73</b>	<b>205032.80</b>	<b>167012.74</b>	<b>313738.97</b>	<b>165790.94</b>	<b>54380.34</b>	<b>31573.40</b>	<b>21904.35</b>	<b>16446.94</b>	<b>14014.47</b>	<b>17123.47</b>	<b>51452.51</b>
BALANCE HÍDRICO - ESTADO CRÍTICO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
OFERTA TOTAL (m <sup>3</sup> /d)	11011388.46	6749642.80	3685854.97	9863010.56	3380079.27	784468.10	443691.95	305664.35	219951.50	180738.83	349118.49	1486913.96
DEMANDA POBLAC. (m <sup>3</sup> /d)	6519281.38	6098682.58	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6519281.38	6308981.98	6519281.38	6308981.98	6519281.38
DEMANDA ECO. (m <sup>3</sup> /d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165790.94	54380.34	31573.40	21904.35	16446.94	14014.47	17123.47	51452.51
<b>EQUILIBRIO (m<sup>3</sup>/d)</b>	<b>4279369.35</b>	<b>445927.41</b>	<b>-3000439.15</b>	<b>3240289.61</b>	<b>-3304993.04</b>	<b>-577894.22</b>	<b>-6107162.83</b>	<b>-6235521.38</b>	<b>-6105477.41</b>	<b>-6332557.01</b>	<b>-5976986.96</b>	<b>-5083819.93</b>

Fuente: (Elaboración Propia)

**Figura N° 55**

Valores de balance hídrico en estado poblacional crítico



Fuente: (Elaboración Propia)

Ya sea en un estado crítico o en un estado de mínimo incremento poblacional a partir de la elaboración de recursos hídricos se logra determinar cuál será la demanda de agua en un determinado periodo de tiempo, a partir de ello se pueden plantear soluciones que vayan relacionadas con el tratamiento de agua y aprovechamiento de recursos hídricos cercanos a la población demandante, dado esto pues se afirma que la hipótesis es verdadera y que con una investigación de recursos hídricos se logrará generar planes de contingencia para las demandas de agua ante un crecimiento poblacional desmedido.

### 5.3 Discusión de resultados

#### 5.3.1 Del análisis de población

Según Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ( 2019) en el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Huánuco, se estima que las poblaciones proyectadas en los distritos de Huánuco, Amarilis y Pillco Marca tiene un índice de crecimiento de 0.33, 0.56 y 1.46 respectivamente, dichos valores tienen mucha relación con los valores determinados para un estado estándar calculado en la presente investigación.

Figura N° 56

Proyecciones de población

Distrito	Proyecciones Equipo Técnico PDU				T.C. Anual
	HUANUCO				
	2019	2021	2024	2029	2019-2029
	hab.	hab.	hab.	hab.	
HUANUCO	87,459	90,402	95,004	103,199	0.33
AMARILIS	80,756	85,436	92,969	107,028	0.56
PILCO MARCA	47,472	54,872	68,188	97,942	1.46
SANTA MARIA DEL VALLE	2,287	2,533	2,954	3,815	1.03
TOTAL	217,975	233,243	259,114	311,985	

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

#### 5.3.2 Del análisis de la cuenca

Según el Ministerio de Agricultura (1981), en la investigación acerca del río Higueras, presenta como amplitud total del terreno de 720 km<sup>2</sup> y dividiéndose en las subcuencas de Kotosh, Huancapallac, Chullay, Margos y Chaulán.

Tabla N° 46

Parámetros geométricos de la cuenca del río Higueras

<b>DATOS DE LA CUENCA DEL RÍO HIGUERAS</b>		
<b>PARÁMETROS GEOMÉTRICOS</b>		
Área	Km <sup>2</sup>	662.20
Perímetro	km	181.65
Ancho de la cuenca	km	23291.55
Largo de la cuenca	km	39176.26
<b>COTAS</b>		
Cota mínima	msnm	2005.00
Cota Máxima	msnm	4526.00
Centroide X	m	341528.94
Centroide Y	m	8896597.75
Centroide Z	msnm	3705.80
<b>ALTURAS DE LA CUENCA</b>		
Altitud Media	msnm	3625.25
Altitud más frecuente	msnm	4034.50
Altitud de frecuencia (1/2)	msnm	3625.25
<b>VALORES DE PENDIENTE</b>		
Pendiente de la cuenca	%	7.89
<b>CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS</b>		
Longitud del Cauce Principal	km	6.34
Orden de la red Hídrica	Adimensional	5
Longitud de la red Hídrica	km	362.59
Pendiente promedio de la red hídrica	%	20.42

Fuente: (Elaboración Propia)

El valor del área es menor debido a que para la delimitación de esta investigación no se tomó como punto de desfogue en la intersección con el río Huallaga, sino en el punto de captación.

Tanto como el índice de compacidad y los valores del rectángulo equivalente varían debido a que el punto de desfogue o punto final para delimitación de la cuenca no son tomados en el mismo punto, aunque ambos pertenezcan a la misma cuenca.

### 5.3.3 Del análisis de recursos hídricos

Según EPS Seda Huánuco (2014), en su plan maestro optimizado presenta que para la cuenca del río Higueras en el cual el caudal medio del flujo del río es de 6.2 m<sup>3</sup>/s y se estima que puede oscilar entre 2.5 y 16 m<sup>3</sup>/s. En las temporadas máximas y mínimas, estimándose que el caudal mínimo es de 1.670 m<sup>3</sup>/seg.

Tabla N° 47

Valores de oferta total y caudal ecológico

Q OFERTA TOTAL (m3/s)	4.111	2.694	1.376	3.805	1.262	0.303	0.166	0.114	0.085	0.067	0.
Q OFERTA TOTAL (lt/s)	4111.181	2693.823	1376.141	3805.174	1261.977	302.650	165.656				
Q ECOLÓGICO (m3/s)	0.079	0.082	0.062								
Q ECOLÓGICO (lt											

Fuente: (Elaboración Propia)

Los valores de la investigación varían esto se puede explicar que debido a la cuenca del río Higueras no presenta una estación que registre caudales para una estimación más adecuada en un determinado periodo de retorno y también considerando que la proyección que se realizó fue para el 2042, dicho valores son cambiantes y menores a los obtenidos en la investigación en comparación a lo que se presenta en el plan maestro optimizado.

#### 5.4 Aporte científico de la investigación

La presente investigación afronta la necesidad de buscar otras fuentes de captación de agua debido a un muy probable incremento poblacional para el cual el sistema de abastecimiento y captación aún no están preparados y para el cual el río Higueras no tendrá suficiente oferta, asienta también bases ecológicas al plantear a partir de investigaciones aplicada a cultivos agrícolas el concepto de caudal ecológico que tiene mucha relevancia para un desarrollo equilibrado del ecosistema que se presenta dentro de las aguas del río, evidentemente esta investigación puede ser mejorada realizando análisis a profundidad de valores tomados in situ en los cauces de las subcuencas para tener un mejor ajuste de la realidad de los caudales. Otro de los aportes que se tuvieron en esta investigación es la promover estructuras hidráulicas a futuro para la mejora de la captación de la empresa distribuidora de agua potable a la ciudad de Huánuco, y con ello poder cumplir con la meta de que gran parte de la población cuente con un abastecimiento de agua distribuida a partir de las redes matrices de la empresa.

## CONCLUSIONES

De los valores obtenidos se concluye que la gestión de recursos hídricos tiene que ser mejorada considerablemente ya que en un estado de crecimiento estándar la oferta que se determinó con el software RS Minerve no será suficiente para la demanda poblacional al 2042.

La disponibilidad de los recursos hídricos de un determinado río se tiene que realizar juntamente con los valores que aseguren el desarrollo óptimo del ecosistema, a partir de ello se determinó que la oferta es de 4.111, 2.694, 1.376, 3.805, 1.262, 0.303, 0.166, 0.114, 0.085, 0.067, 0.135, 0.555 m<sup>3</sup>/s para los meses de enero a diciembre.

Se concluyó que para un estado de crecimiento poblacional crítico en los distritos de Amarilis, Huánuco y Pillco Marca la población llegaría hasta los 1102969 habitantes, para un estado de crecimiento estándar 644674 habitantes, para un estado de crecimiento mínimo 333080 habitantes. Generando una demanda crítica diaria de 3651.03 lt/seg, una demanda estándar de 1454.99 lt/seg y una demanda mínima de 751.54 lt/seg.

El valor ofertado de caudal se estimó en 445.14 m<sup>3</sup>/seg, y con la elaboración del modelo se obtuvo una demanda crítica de 905.56 m<sup>3</sup>/seg, una demanda estándar de 369.73 m<sup>3</sup>/seg y una demanda mínima de 198.14 m<sup>3</sup>/seg. Presentando así que para un estado crítico el caudal ofertado no cubre las necesidades, en un estado estándar hay periodos mensuales que pueden ser cubiertos al igual que para en un estado de crecimiento mínimo.

## SUGERENCIAS

Para las estimaciones del potencial hídrico, se recomienda utilizar los modelos GR4J disponibles en software como RS Minerve, así como considerar el uso de otras herramientas similares como HEC-HMS y SWAT. Estos programas son conocidos por su capacidad para determinar caudales basados en datos de precipitación y temperaturas. Además, es esencial llevar a cabo un análisis exhaustivo de la base de datos proporcionada por SENAMHI. Esta revisión es necesaria para asegurar que los registros estén completos y que los valores sean óptimos, lo que garantizará una determinación precisa de los caudales hídricos.

Es esencial llevar a cabo una serie de ajustes, como la aplicación de técnicas de suavización y corrección de datos, en los valores de precipitación recopilados de los servidores estatales. Estos ajustes son necesarios para mejorar la calidad de los datos y garantizar que se ajusten de manera más precisa a la realidad. Para realizar estos ajustes, se recomienda el uso de software especializado como HOMERAIN, que ofrece herramientas avanzadas para el procesamiento y corrección de datos de lluvia, lo que contribuirá a obtener resultados más confiables en la estimación de caudales.

Los valores determinados de crecimiento poblacional son muy variables debido a las diversas metodologías de cálculo que se le pueden aplicar, pero eso no quiere decir que dichos valores no sean relevantes para las investigaciones, es por ello por lo que se recomienda tener una gran serie de registros poblacionales las cuales pueden ser encontrados en los servidores del INEI o en los planes regionales realizados en el territorio de interés.

Se recomienda considerar la construcción de embalses durante los meses de enero a abril, cuando los caudales son más altos que la demanda, para gestionar eficazmente los recursos hídricos. Además, se sugiere la aplicación del método de isoyetas para analizar patrones de precipitación y distribución de agua a lo largo del año debido a la diferencia entre la oferta y la demanda proyectada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2012). *COMPENDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES DE HUÁNUCO*. HUÁNUCO.
- Bellin, A., Majanoe, B., Cainelli, O., Alberici, D., & Villa, F. (2016). *A continuous coupled hydrological and water resources management model*.
- Cabezas, F. (2015). *nálisis estructural de modelos hidrológicos y de sistemas de recursos hídricos en zonas semiáridas*. Obtenido de <http://www.tdx.cat/handle/10803/371735>
- CEPAL. (2002). *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*. ONU.
- Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrología Aplicada*. Bogota.
- Comisión Técnica Multisectorial. (2020). *Estrategia Nacional para la Gestión de los Recursos Hídricos Continentales del Perú*. Comisión Técnica Multisectorial.
- Douroujeanni, A., & Jouravlev, A. (2002). *Recursos Naturales e Infraestructura: Evolución de Políticas Hídricas en America Latina y el Caribe*. Naciones Unidas, CEPAL ECLAC. Santiago de Chile.
- Empirismo Clasico*. (2018). Obtenido de <https://glosarios.servidor-alicante.com/psicologia/empirismo>
- EPS Seda Huánuco. (2014). *Plan Maestro Optimizado 2014-2044*. Seda Huánuco.
- Fernandez, A. (1999). *Aprovechamiento y Gestion de Recursos Hidricos*. Obtenido de Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.: <http://www.cytcd.agua.uba.ar/pdf/aprovechamientoyGestion.pdf>
- forest sevice . (25 de 10 de 2021). Obtenido de [https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb5338930.pdf](https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5338930.pdf)
- Fuster, G. R. (2013). *EL ESTADO DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN CHILE: ESTUDIO DE CASOS EN LA CUENCA DEL RÍO LIMARÍ*. Barcelona.

- García, R. L. (2020). *Propuesta y análisis de metodologías para la evaluación de recursos mediante modelos precipitación-escorrentía*. Valencia - España.
- GOREHCO. (2018). *Plan regional de saneamiento Huánuco 2018-2021*. GOREHCO.
- GWP (Asociación mundial para el agua); TAC (Comité de Consejo Técnico). (2000). *Manejo Integrado del Recurso Hídrico*.
- Hernández. (2006). *La cuenca hidrográfica, Lineamientos generales para presentar proyectos de control de ríos*. Mérida, Venezuela.
- Hernández, S. R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
- Horton, R. (2010). *Cuencas- Características Fisiográficas*.
- Huella de ciudades. (2015). *Manual para la evaluación de la Huella Hídrica*. Water Footprint NETWORK.
- INEI. (2017). *CENSO 2017. HUANUCO*.
- Jiménez, F. (2004). *Materiales Curso de Manejo Integrado de Cuencas*. CATIE.
- Julcamoro, I. J. (2017). *EVALUACION DE LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO EN LA MICROCUENCA DEL RIO EL TUYO EN EL DISTRITO DE CATILLUC, PROVINCIA DE SAN MIEGUEL-CAJAMARCA, 2017*. CAJAMARCA.
- Londoño, C. (1995). *La geomorfometría aplicada a las cuencas hidrográficas*. Colombia.
- Maidment, D. (1993). *Hydrologic Cycle*. New York.
- Marín, G. A. (05 de julio de 2021). *economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/positivismo.html>
- Ménahem, F. (2004). *Mejoramiento de los servicios de agua potable y saneamiento en municipios pequeños y medianos de Colombia mediante contratos con operadores privados especializados*.
- Meneses, H. R. (2016). *EVALUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES EN LA MICROCUENCA DE APACHETA – HUAMANGA – AYACUCHO – 2016*. Ayacucho.

- MINAGRI. (2008). *Plan estratégico regional agrario 2008-2021*. MINAGRI.
- MINAGRI. (2017). *Aprovechamiento de los recursos hídricos para uso agrario*. MINAGRI.
- Ministerio de Agricultura. (1981). *Estudio de la cuenca del río Higuera - Huánuco*. DGAS.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Huánuco*. LABANI.
- Nicomedes, E. (2018). *TIPOS DE INVESTIGACIÓN*. Universidad Santo Domingo de Guzmán.
- OMM. (2000). *Evaluación de los recursos hídricos: Manual para la estimación de las capacidades nacionales*. ONU.
- ontologia. (1946). Obtenido de <https://www.filosofia.org/enc/ros/ont.htm>
- Organizacion Panamericana de la salud. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano, Plantas de filtración rápida Manual II: Diseño de plantas de tecnología apropiada*. lima.
- Osorno, A. (2003). *Situación actual y perspectivas del sector agua potable y saneamiento ambiental en el marco de las políticas existentes a nivel nacional*. . Bogotá CO: Dirección de agua potable y saneamiento ambiental. .
- Parra, A. E. (2017). *La implementación de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en los consejos de cuenca del noroeste de México: los casos del Alto Noroeste y Río Mayo*. Hermosillo, Sonora.
- Ramsar. (2004). *Manejo de cuencas hidrográficas convención sobre los humedales*.
- Ricce, T. M., & Robles, C. K. (2014). "EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES Y ESTRATEGÍAS DE GESTIÓN SOSTENIBLE EN LA MICROCUENCA RÍO NEGRO - SATIPO. Satipo.
- Rojas, R. (2002). *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. Agencia ambiental de los Estados Unidos.
- Siles, J., & Soares, D. (2003). *La fuerza de la Corriente: Gestión de Cuencas Hidrográficas con Equidad de Género*.

- UNESCO. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019*. MEXICO: Lucart Estudio S.A. de C.V.
- Union Mundial para la Naturaleza. (2000). *Visión del Agua y la Naturaleza: Estrategia Mundial para la Conservación de los Recursos Hídricos en el siglo XXI*.
- Vieux, B. E. (2001). *Distributed Hydrologic Modeling Using GIS* . Obtenido de [https://doi.org/10.1007/978-94-015-9710-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-015-9710-4_1)
- World Wildlife Fund. (2000). *Aprovechamiento racional del agua: Promoción del desarrollo sostenible a través de la gestión integrada de las cuencas hidrográficas*.
- Zorrilla, E. (2011). *Gestión de Cuencas Hidrográficas. Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Nacional del Centro del Perú Huancayo*. Huancayo.

# **ANEXOS**

## ANEXO 01

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla N° 48

Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
<p><b>Problema General:</b> ¿Cómo mejorar la gestión de recursos hídricos a través de un modelo matemático aplicado en la cuenca del Alto Huallaga en la provincia de Huánuco?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b> ¿Cuál es la disponibilidad de recursos hídricos en la provincia de Huánuco? ¿Cómo poder generar los caudales medios mensuales para el año de estudio y escenarios futuros en la provincia de Huánuco? ¿Cómo influye el crecimiento poblacional en el aprovechamiento de los recursos hídricos en la provincia de Huánuco?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Analizar la gestión de recursos hídricos a través de un modelo matemático en el software RS-Minerve aplicado en la cuenca del Alto Huallaga en la provincia de Huánuco.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> Determinar la disponibilidad de recursos hídricos en la provincia de Huánuco Estimar los caudales medios mensuales para el año de estudio y un periodo mayor en la provincia de Huánuco. Simular el crecimiento poblacional con la finalidad optimizar el aprovechamiento de los recursos hídricos en la provincia de Huánuco.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> H1: La elaboración de un estudio de Recursos Hídricos en el software RS-Minerve, nos permite mejorar la gestión en la disponibilidad de hídrica que se tiene en la cuenca del Alto Huallaga en la ciudad de Huánuco.</p> <p><b>Hipótesis Específica</b> La elaboración de un estudio de Recursos Hídricos, nos permite, analizar las características de la gestión de hídrica que se tiene como un mecanismo de acceso en la localidad de Huánuco. La elaboración de un estudio de Recursos Hídricos, nos permite, generar los caudales medios mensuales para el año de estudio y un periodo mayor en la localidad de Huánuco. La elaboración de un estudio de Recursos Hídricos, nos permite, elaborar un plan de contingencia para satisfacer las demandas de agua de una población futura.</p>
ENFOQUE, ALCANCE Y DISEÑO	POBLACIÓN Y MUESTRA	VARIABLES
<p><b>Tipo:</b> Aplicada <b>Nivel:</b> Correlacional <b>Enfoque:</b> Cuantitativo. <b>Diseño:</b> No experimental Transversal</p>	<p><b>Población:</b> Se planteó como población de investigación a la Provincia de Huánuco <b>Muestra:</b> Los distritos de Pillco Marca, Amarilis y Huánuco, dado el método de muestreo que está enmarcado en la provincia de Huánuco.</p>	<p><b>Variable dependiente</b> Gestión de la disponibilidad hídrica. <b>Variable independiente</b> Recurso hídrico.</p>

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 02

### CONSENTIMIENTO INFORMADO



ANEXO 02.

Consentimiento informado



ID: \_\_\_\_\_

FECHA:

**TÍTULO:** "ESTUDIO DE LOS RECURSOS HÍDRICO DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EN LA CUENCA DEL ALTO HUALLAGA, 2022".

**OBJETIVO:** Proponer el acceso al registro de propiedad inmueble del contrato preparatorio de compromiso de contratar, para asegurar la publicidad y la oponibilidad.

**INVESTIGADOR:** MG. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER.

**Consentimiento / Participación voluntaria**

Acepto participar en el estudio: He leído la información proporcionada, o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar dudas sobre ello y se me ha respondido satisfactoriamente. Consiento voluntariamente participar en este estudio y entiendo que tengo el derecho de retirarme en cualquier momento de la intervención (tratamiento) sin que me afecte de ninguna manera.

- **Firmas del participante o responsable legal**

Huella digital si el caso lo amerita

Firma del participante: \_\_\_\_\_



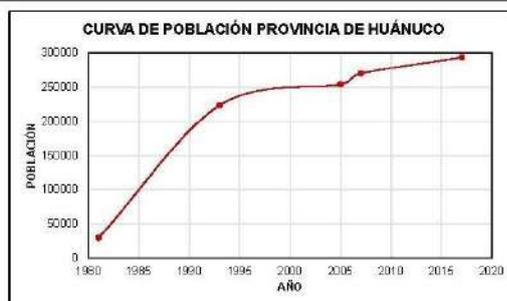
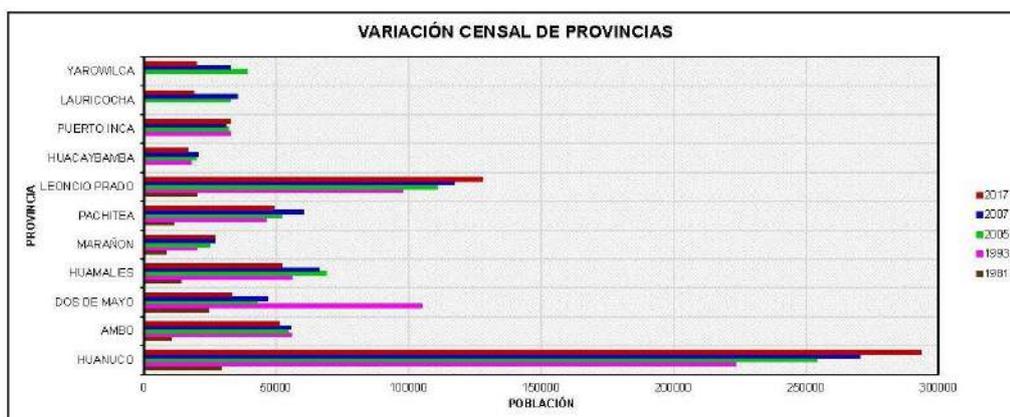
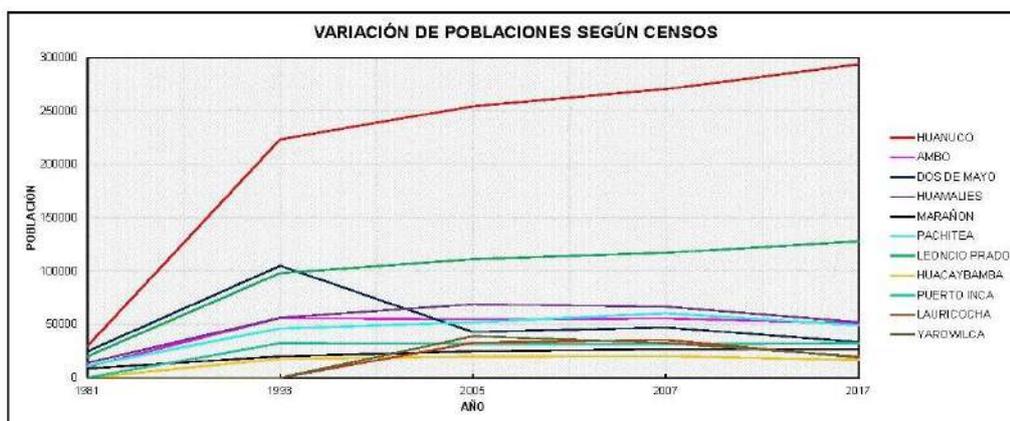
Firma del investigador responsable: \_\_\_\_\_

Huánuco,|

## ANEXO 03

### INSTRUMENTOS

VARIACIONES POBLACIONALES A NIVEL PROVINCIAL SEGUN CENSOS DEL INEI												
AÑO	HUANUCO	AMBO	DOS DE MAYO	HUAMALIES	MARAÑON	PACHITEA	LEONCIO PRADO	HUACAYBAMBA	PUERTO INCA	LAURICOCHA	YAROWILCA	TOTAL
1981	29412	10213	24542	13915	9481	11194	19972	0	0	0	0	117709
1993	223339	56942	104766	56118	20106	46162	87931	17719	32405	0	0	654489
2005	254133	54586	42625	68809	24734	51661	110658	19876	31748	32626	38813	730871
2007	270233	56483	47008	86450	28920	80321	118865	20408	31032	35323	32380	762223
2017	293397	50880	33258	52039	26522	49159	127793	16551	32539	18913	19937	721047



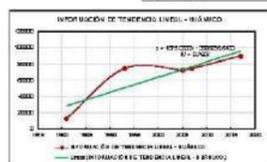
# ANEXO 04

POBLACIONES DE INVESTIGACION			
AÑO	HUANUCO	AMARILLO	PILCO MARCA
1981	2518	0	0
1985	1418	6292	0
2005	12612	67346	24117
2007	14174	68417	23946
2017	20038	84631	43830

INFORMACIÓN DE TENDENCIA LINEAL - HUANUCO

AÑO	POBLACIÓN
1981	2518
1985	1418
2005	12612
2007	14174
2017	20038

ECUACION LINEAL  
 $Y = 1071.02 X - 343626.612$   
 $R^2 = 0.9807$



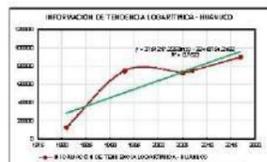
PROYECCIÓN LINEAL - HUANUCO

AÑO	POBLACIÓN
1981	2518
1985	1418
2005	12612
2007	14174
2017	20038
2022	13681
2027	11408
2032	12011
2037	12141
2042	12511

INFORMACIÓN DE TENDENCIA LOGARÍFICA - HUANUCO

AÑO	POBLACIÓN
1981	2518
1985	1418
2005	12612
2007	14174
2017	20038

ECUACION LOGARÍFICA  
 $Y = 31512.225 \ln(X) - 384344.217$   
 $R^2 = 0.9803$



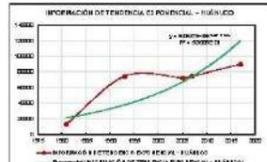
PROYECCIÓN LOGARÍFICA - HUANUCO

AÑO	POBLACIÓN
1981	2518
1985	1418
2005	12612
2007	14174
2017	20038
2022	15480
2027	11444
2032	12001
2037	12029
2042	14182

INFORMACIÓN DE TENDENCIA POTENCIAL - HUANUCO

AÑO	POBLACIÓN
1981	2518
1985	1418
2005	12612
2007	14174
2017	20038

ECUACION POTENCIAL  
 $Y = 1.0212 E-05 X^2 + 1.2714 E-02 X - 0.2081$



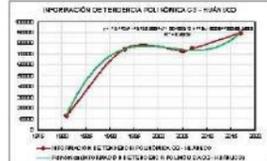
PROYECCIÓN POTENCIAL - HUANUCO

AÑO	POBLACIÓN
1981	2130
1985	2140
2005	41410
2007	74326
2017	12804
2022	15869
2027	18920
2032	24800
2037	31240
2042	43241

INFORMACIÓN DE TENDENCIA POLINÓMICA 02 - HUANUCO

AÑO	POBLACIÓN
1981	2518
1985	1418
2005	12612
2007	14174
2017	20038

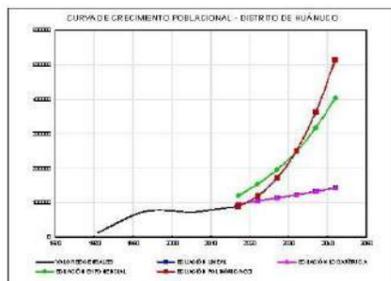
ECUACION POLINOMIAL 02  
 $Y = 7.111 E-09 X^2 - 43165.022 X^2 + 30428.4172 X - 62117.021240$   
 $R^2 = 0.9828$



PROYECCIÓN POLINÓMICA 02 - HUANUCO

AÑO	POBLACIÓN
1981	2518
1985	1418
2005	12612
2007	14174
2017	20038
2022	17801
2027	17801
2032	20038
2037	20038
2042	11304

PERIODO DE RETORNO 25 AÑOS

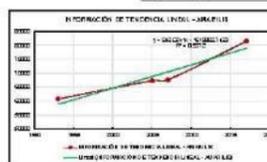


POBLACIONES DE INVESTIGACION		
AÑO	AMARILLO	PILCO MARCA
1981	0	0
1985	6292	0
2005	67346	24117
2007	67346	23946
2017	84631	43830

INFORMACIÓN DE TENDENCIA LINEAL - AMARILLO

AÑO	POBLACIÓN
1981	0
1985	6292
2005	67346
2007	67346
2017	84631

ECUACION LINEAL  
 $Y = 8422.08 X - 16392.742$   
 $R^2 = 0.980$



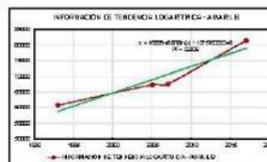
PROYECCIÓN LINEAL - AMARILLO

AÑO	POBLACIÓN
1981	0
1985	6292
2005	67346
2007	67346
2017	84631
2022	89100
2027	97100
2032	99100
2037	99100
2042	100000

INFORMACIÓN DE TENDENCIA LOGARÍFICA - AMARILLO

AÑO	POBLACIÓN
1981	0
1985	6292
2005	67346
2007	67346
2017	84631

ECUACION LOGARÍFICA  
 $Y = 108847.028 \ln(X) - 1273332.02$   
 $R^2 = 0.9806$



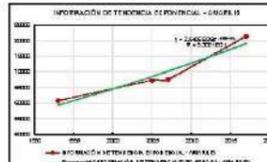
PROYECCIÓN LOGARÍFICA - AMARILLO

AÑO	POBLACIÓN
1981	0
1985	6292
2005	67346
2007	67346
2017	84631
2022	89100
2027	97100
2032	99100
2037	99100
2042	100000

INFORMACIÓN DE TENDENCIA POTENCIAL - AMARILLO

AÑO	POBLACIÓN
1981	0
1985	6292
2005	67346
2007	67346
2017	84631

ECUACION POTENCIAL  
 $Y = 2.0408 E-05 X^2 + 1.2345 E-02 X - 0.2081$   
 $R^2 = 0.9802$



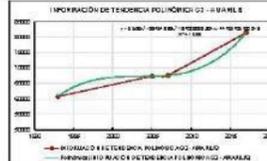
PROYECCIÓN POTENCIAL - AMARILLO

AÑO	POBLACIÓN
1981	0
1985	6292
2005	67346
2007	67346
2017	84631
2022	89100
2027	97100
2032	99100
2037	99100
2042	100000

INFORMACIÓN DE TENDENCIA POLINÓMICA 02 - AMARILLO

AÑO	POBLACIÓN
1981	0
1985	6292
2005	67346
2007	67346
2017	84631

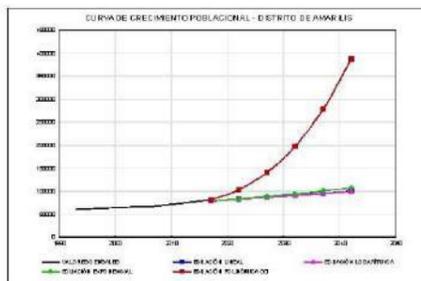
ECUACION POLINOMIAL 02  
 $Y = 5.68 E-09 X^2 - 3384.242 X^2 + 27228.024 X - 41561.021240$   
 $R^2 = 0.9802$



PROYECCIÓN POLINÓMICA 02 - AMARILLO

AÑO	POBLACIÓN
1981	0
1985	6292
2005	67346
2007	67346
2017	84631
2022	14811
2027	15712
2032	21968
2037	31310

PERIODO DE RETORNO 25 AÑOS

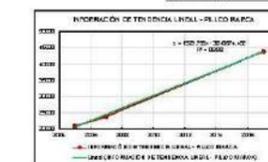


POBLACIONES DE INVESTIGACION	
AÑO	PILCO MARCA
1981	0
1985	0
2005	24117
2007	23946
2017	43830

INFORMACIÓN DE TENDENCIA LINEAL - PILCO MARCA

AÑO	POBLACIÓN
1981	0
1985	0
2005	24117
2007	23946
2017	43830

ECUACION LINEAL  
 $Y = 1027.703 X - 33843.4387$   
 $R^2 = 0.9805$



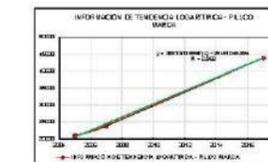
PROYECCIÓN LINEAL - PILCO MARCA

AÑO	POBLACIÓN
1981	2074
1985	2091
2005	22071
2007	2431
2017	1379
2022	5312
2027	6327
2032	1207
2037	2237
2042	3274

INFORMACIÓN DE TENDENCIA LOGARÍFICA - PILCO MARCA

AÑO	POBLACIÓN
1981	0
1985	0
2005	24117
2007	23946
2017	43830

ECUACION LOGARÍFICA  
 $Y = 38725.816 \ln(X) - 345388.81$   
 $R^2 = 0.9806$



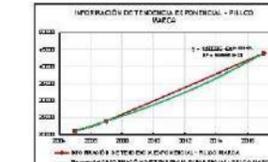
PROYECCIÓN LOGARÍFICA - PILCO MARCA

AÑO	POBLACIÓN
1981	3174
1985	3212
2005	22881
2007	2431
2017	1382
2022	6337
2027	6353
2032	1308
2037	2229
2042	3282

INFORMACIÓN DE TENDENCIA POTENCIAL - PILCO MARCA

AÑO	POBLACIÓN
1981	0
1985	0
2005	24117
2007	23946
2017	43830

ECUACION POTENCIAL  
 $Y = 1.0278 E-05 X^2 + 1.1098 E-02 X - 0.2081$   
 $R^2 = 0.9803$



PROYECCIÓN POTENCIAL - PILCO MARCA

AÑO	POBLACIÓN
1981	6812
1985	12336
2005	21032
2007	23113
2017	13802
2022	5302
2027	6330
2032	12047
2037	14041
2042	21001

INFORMACIÓN DE TENDENCIA POLINÓMICA 02 - PILCO MARCA

AÑO	POBLACIÓN
1981	0
1985	0
2005	24117
2007	23946
2017	43830

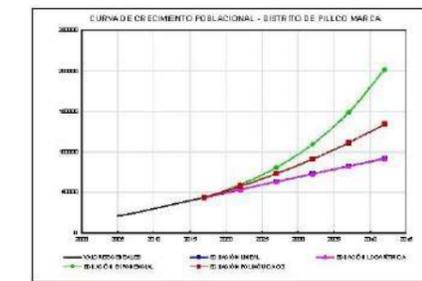
ECUACION POLINOMIAL 02  
 $Y = 4.2015 E-09 X^2 - 10242.627 X^2 + 12285.8427 X - 102184.270$   
 $R^2 = 0.9803$



PROYECCIÓN POLINÓMICA 02 - PILCO MARCA

AÑO	POBLACIÓN
1981	15239
1985	14811
2005	24117
2007	23946
2017	43830
2022	5733
2027	13502
2032	9277
2037	11207
2042	12022

PERIODO DE RETORNO 25 AÑOS



## ANEXO 05

CUADRO DE POBLACIONES ESTIMADAS - DISTRITO DE HUÁNUCO									
Nº	AÑO	VALORES CENSALES	PROYECCIÓN LINEAL	PROYECCIÓN LOGARÍTMICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN POLINÓMICA	VALORES CRÍTICOS	VALORES ESTÁNDAR	VALORES MÍNIMOS
1	1981	12880							
2	1993	74676							
3	2005	72642							
4	2007	74774							
5	2017	89502	95645	95593	120564	89596	89596	120564	95593
A	2022		105021	104880	153553	119312	119312	153553	104880
B	2027		114396	114145	195570	170966	170966	195570	114145
C	2032		123771	123386	249083	250198	250198	249083	123386
D	2037		133146	132605	317240	362645	362645	317240	132605
E	2042		142521	141802	404045	513944	513944	404045	141802

CUADRO DE POBLACIONES ESTIMADAS - DISTRITO DE AMARILIS									
Nº	AÑO	VALORES CENSALES	PROYECCIÓN LINEAL	PROYECCIÓN LOGARÍTMICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN POLINÓMICA	VALORES CRÍTICOS	VALORES ESTÁNDAR	VALORES MÍNIMOS
1	1981	0							
2	1993	60762							
3	2005	67346							
4	2007	67617							
5	2017	81461	78980	78957	79127	81461	81461	79127	78957
A	2022		83190	83134	84004	103285	103285	84004	83134
B	2027		87400	87300	89180	140611	140611	89180	87300
C	2032		91610	91457	94676	197612	197612	94676	91457
D	2037		95820	95602	100510	278464	278464	100510	95602
E	2042		100030	99738	109704	387340	387340	109704	99738

CUADRO DE POBLACIONES ESTIMADAS - DISTRITO DE PILLCO MARCA									
Nº	AÑO	VALORES CENSALES	PROYECCIÓN LINEAL	PROYECCIÓN LOGARÍTMICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN POLINÓMICA	VALORES CRÍTICOS	VALORES ESTÁNDAR	VALORES MÍNIMOS
1	1981	0							
2	1993	0							
3	2005	21017							
4	2007	23696							
5	2017	43818	43729	43728	43853	43818	43853	43818	43728
A	2022		53378	53337	59502	57233	59502	57233	53337
B	2027		63027	62923	80736	72952	80736	72952	62923
C	2032		72676	72486	109547	90973	109547	90973	72486
D	2037		82325	82025	148641	111297	148641	111297	82025
E	2042		91974	91540	201685	133924	201685	133924	91540

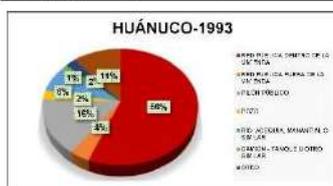


# ANEXO 06

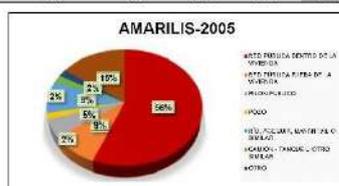
VIVIENDAS ABASTECIDAS DE AGUA - PROVINCIA DE HUÁNUCO 1981								
DISTRITO	RED PÚBLICA DENTRO DE LA VIVIENDA	RED PÚBLICA FUERA DE LA VIVIENDA	PILÓN PÚBLICO	POZO	RÍO, ACEQUIA, MANANTIAL O SIMILAR	CAMIÓN - TANQUE U OTRO SIMILAR	OTRO	TOTAL
HUÁNUCO	8010	842	1570	600	2690	220	406	12061
AMARILIS	-	-	-	-	-	-	-	0
PILCO MARCA	-	-	-	-	-	-	-	0



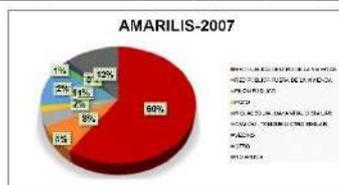
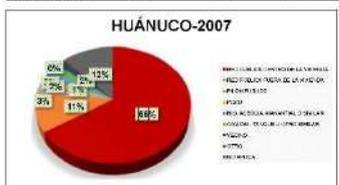
VIVIENDAS ABASTECIDAS DE AGUA - PROVINCIA DE HUÁNUCO 1993									
DISTRITO	RED PÚBLICA DENTRO DE LA VIVIENDA	RED PÚBLICA FUERA DE LA VIVIENDA	PILÓN PÚBLICO	POZO	RÍO, ACEQUIA, MANANTIAL O SIMILAR	CAMIÓN - TANQUE U OTRO SIMILAR	OTRO	NO APLICA	TOTAL
HUÁNUCO	5838	562	2402	370	1156	160	376	1668	15325
AMARILIS	4304	129	3068	255	1738	147	129	946	11743
PILCO MARCA	-	-	-	-	-	-	-	-	0



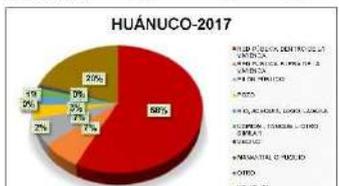
VIVIENDAS ABASTECIDAS DE AGUA - PROVINCIA DE HUÁNUCO 2005									
DISTRITO	RED PÚBLICA DENTRO DE LA VIVIENDA	RED PÚBLICA FUERA DE LA VIVIENDA	PILÓN PÚBLICO	POZO	RÍO, ACEQUIA, MANANTIAL O SIMILAR	CAMIÓN - TANQUE U OTRO SIMILAR	OTRO	NO APLICA	TOTAL
HUÁNUCO	11276	2204	345	308	870	321	526	2295	18186
AMARILIS	5910	1444	611	298	1370	398	314	2087	10662
PILCO MARCA	2162	53	121	56	1102	458	204	1000	5216



VIVIENDAS ABASTECIDAS DE AGUA - PROVINCIA DE HUÁNUCO 2007										
DISTRITO	RED PÚBLICA DENTRO DE LA VIVIENDA	RED PÚBLICA FUERA DE LA VIVIENDA	PILÓN PÚBLICO	POZO	RÍO, ACEQUIA, LAGO, LAGUNA	CAMIÓN - TANQUE U OTRO SIMILAR	VECINO	OTRO	NO APLICA	TOTAL
HUÁNUCO	12099	2120	630	228	484	436	361	81	2277	19034
AMARILIS	10087	1314	700	270	1670	288	255	30	2028	16672
PILCO MARCA	3128	412	231	94	634	550	243	88	1177	6514



VIVIENDAS ABASTECIDAS DE AGUA - PROVINCIA DE HUÁNUCO 2017											
DISTRITO	RED PÚBLICA DENTRO DE LA VIVIENDA	RED PÚBLICA FUERA DE LA VIVIENDA	PILÓN PÚBLICO	POZO	RÍO, ACEQUIA, LAGO, LAGUNA	CAMIÓN - TANQUE U OTRO SIMILAR	VECINO	MANANTIAL O PUQUIO	OTRO	NO APLICA	TOTAL
HUÁNUCO	15084	1773	1759	913	813	515	156	161	69	2235	25218
AMARILIS	14337	1852	959	1248	878	232	95	342	59	2111	24904
PILCO MARCA	6031	659	289	770	645	1032	34	178	75	3891	12302



## ANEXO 07

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO CRÍTICO - HUÁNUCO						
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (lt/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)	
1981	12880	220.00	32.90	42.84	59.03	
1993	74676	220.00	190.15	247.19	342.27	
2005	72842	220.00	184.97	240.48	332.94	
2007	74774	220.00	190.40	247.52	342.71	
2017	89502	220.00	227.90	293.27	410.22	
2022	119312	220.00	303.80	394.94	546.84	
2027	170986	220.00	435.33	565.93	783.80	
2032	250198	220.00	637.08	828.20	1148.74	
2037	362845	220.00	928.40	1200.42	1662.12	
2042	513944	220.00	1308.65	1701.25	2355.58	

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO CRÍTICO - AMARILIS						
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (lt/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)	
1981	0	220.00	0.00	0.00	0.00	
1993	60762	220.00	154.72	201.13	278.49	
2005	67346	220.00	171.48	222.93	308.87	
2007	67817	220.00	172.17	223.82	309.91	
2017	81461	220.00	207.42	269.65	373.36	
2022	103295	220.00	263.00	341.89	473.39	
2027	140611	220.00	358.04	465.45	644.47	
2032	197612	220.00	503.18	654.13	905.72	
2037	278464	220.00	709.05	921.77	1276.29	
2042	387340	220.00	966.28	1262.17	1775.31	

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO CRÍTICO - PILLCO MARCA						
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (lt/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)	
1981	0	220.00	0.00	0.00	0.00	
1993	0	220.00	0.00	0.00	0.00	
2005	21017	220.00	53.52	69.57	96.33	
2007	23898	220.00	60.85	79.10	109.52	
2017	43818	220.00	111.57	145.05	200.83	
2022	59502	220.00	151.51	198.96	272.72	
2027	80736	220.00	205.58	267.25	370.04	
2032	109547	220.00	278.94	362.62	502.09	
2037	148641	220.00	378.48	492.03	681.27	
2042	201665	220.00	513.55	667.62	924.39	

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO ESTANDAR - HUÁNUCO						
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (lt/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)	
1981	12880	150.00	22.36	29.07	40.25	
1993	74676	150.00	129.65	168.54	233.36	
2005	72842	150.00	128.11	163.95	227.01	
2007	74774	150.00	129.82	168.76	233.87	
2017	89502	150.00	155.39	202.00	279.89	
2022	119312	150.00	206.59	266.56	366.75	
2027	195570	150.00	339.53	441.39	611.16	
2032	249083	150.00	432.44	562.17	778.39	
2037	317340	150.00	550.76	715.99	991.37	
2042	404045	150.00	701.47	911.91	1252.64	

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO ESTANDAR - AMARILIS						
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (lt/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)	
1981	0	150.00	0.00	0.00	0.00	
1993	60762	150.00	105.49	137.14	189.88	
2005	67346	150.00	116.92	152.00	210.46	
2007	67817	150.00	117.39	152.61	211.30	
2017	81461	150.00	141.43	183.85	254.57	
2022	84004	150.00	145.84	189.59	262.51	
2027	89180	150.00	154.83	201.28	278.89	
2032	94678	150.00	164.37	213.68	295.86	
2037	100510	150.00	174.50	226.85	314.09	
2042	106704	150.00	185.25	240.83	333.45	

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO ESTANDAR - PILLCO MARCA						
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (lt/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)	
1981	0	150.00	0.00	0.00	0.00	
1993	0	150.00	0.00	0.00	0.00	
2005	21017	150.00	38.49	47.43	65.68	
2007	23898	150.00	41.49	53.93	74.68	
2017	43818	150.00	76.07	98.89	136.83	
2022	57233	150.00	99.36	129.17	178.85	
2027	72952	150.00	126.65	164.65	227.87	
2032	90973	150.00	157.94	205.32	284.29	
2037	111297	150.00	193.22	251.19	347.80	
2042	133924	150.00	232.51	302.26	418.51	

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO MÍNIMO - HUÁNUCO						
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (lt/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)	
1981	12880	150.00	22.36	29.07	40.25	
1993	74676	150.00	129.65	168.54	233.36	
2005	72842	150.00	128.11	163.95	227.01	
2007	74774	150.00	129.82	168.76	233.87	
2017	89502	150.00	155.39	202.00	279.89	
2022	104880	150.00	182.08	236.71	327.75	
2027	114145	150.00	198.17	257.62	356.70	
2032	123388	150.00	214.21	278.48	385.58	
2037	132605	150.00	230.22	299.28	414.39	
2042	141802	150.00	246.18	320.04	443.13	

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO MÍNIMO - AMARILIS						
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (lt/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)	
1981	0	150.00	0.00	0.00	0.00	
1993	60762	150.00	105.49	137.14	189.88	
2005	67346	150.00	116.92	152.00	210.46	
2007	67817	150.00	117.39	152.61	211.30	
2017	81461	150.00	141.43	183.85	254.57	
2022	83134	150.00	144.33	187.63	259.79	
2027	87300	150.00	151.56	197.03	272.81	
2032	91457	150.00	158.78	206.41	285.80	
2037	95602	150.00	165.98	215.77	298.76	
2042	99738	150.00	173.16	225.10	311.68	

CÁLCULO DE DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA ESTADO MÍNIMO - PILLCO MARCA						
AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Qp (lt/seg)	Qmd (lt/seg)	Qmh (lt/seg)	
1981	0	150.00	0.00	0.00	0.00	
1993	0	150.00	0.00	0.00	0.00	
2005	21017	150.00	38.49	47.43	65.68	
2007	23898	150.00	41.49	53.93	74.68	
2017	43818	150.00	76.07	98.89	136.83	
2022	53337	150.00	92.60	120.38	166.68	
2027	62923	150.00	109.24	142.01	196.64	
2032	72488	150.00	125.84	163.80	226.52	
2037	82025	150.00	142.40	185.13	256.33	
2042	91540	150.00	158.92	206.60	286.06	

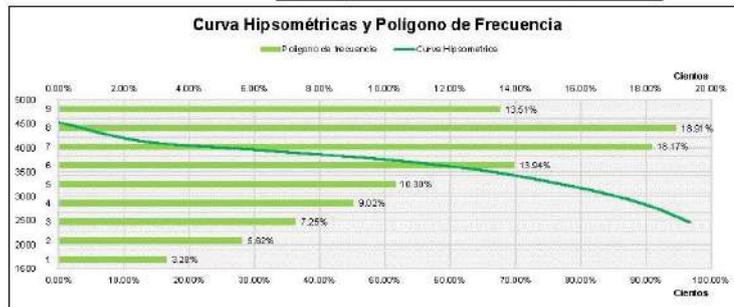
DATOS DE LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS			
<b>PARAMETROS GEOMETRICOS</b>			
Área	Km <sup>2</sup>	662.00	
Perímetro	km	161.66	
Ancho de la cuenca	km	23291.65	
Largo de la cuenca	km	33176.26	
<b>COTAS</b>			
Cota mínima	msnm	2005.00	
Cota máxima	msnm	4526.00	
Centroide X	m	341526.94	
Centroide Y	m	8096697.75	
Centroide Z	msnm	3705.80	
<b>ALTURAS DE LA CUENCA</b>			
Altitud Media	msnm	3625.25	
Altitud más frecuente	msnm	4034.50	
Altitud de frecuencia (1/2)	msnm	3625.25	
<b>VALORES DE PENDIENTE</b>			
Pendiente de la cuenca	%	7.89	
<b>CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS</b>			
Longitud del Cauce Principal	km	6.34	
Orden de la red Hídrica	Adimensional	5	
Longitud de la red Hídrica	km	362.59	
Pendiente promedio de la red hídrica	%	20.42	

GEOMORFOLOGIA DE LA SUBCUENCA			
ITEM	SÍMBOLO	VALOR	UND
Factor Forma	F	0.59	SN
Índice de Gravelius (Compacidad)	K	1.98	SN
Rectángulo Equivalente (Lado Mayor)	L	82.83	km
Rectángulo Equivalente (Lado Menor)	I	7.99	km
Densidad de Drenaje	Dd	0.55	U/M <sup>2</sup>
Índice de pendiente	Ip	0.52	SN

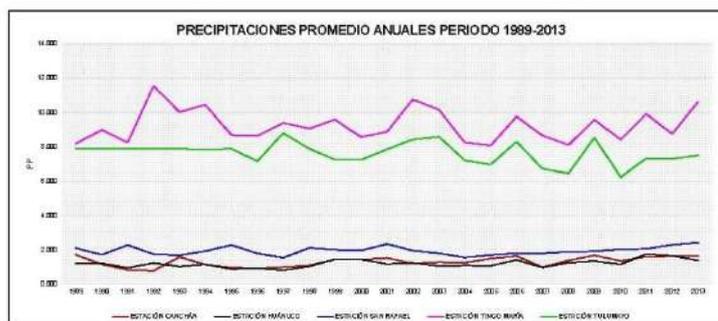
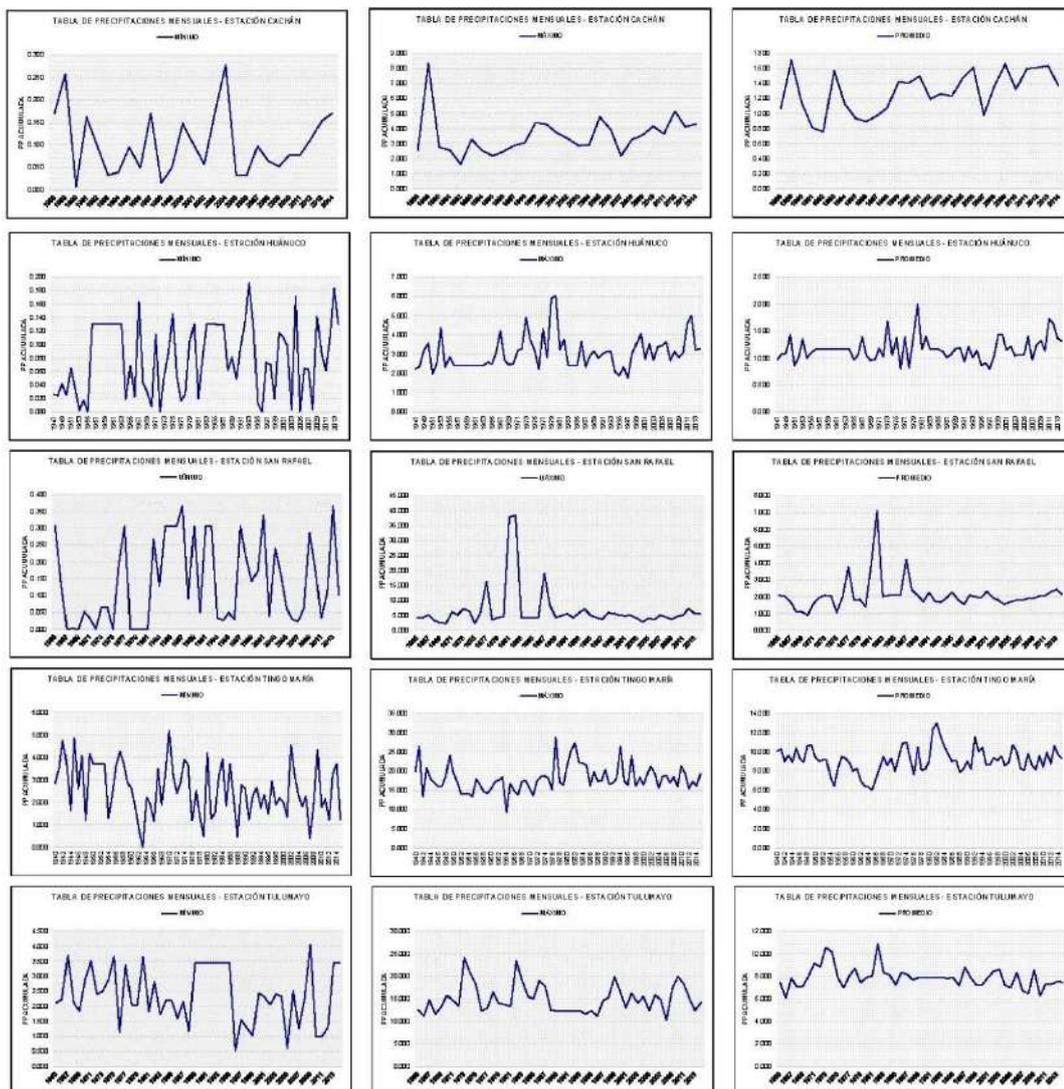
Mín	Max	Promedio	Áreas (Km <sup>2</sup> )	Área Acumulada	Área Sobre la Curva	Áreas en %	Área sobre la curva (%)
2005	2456	2230.5	21.75	21.75	641.66	9.28	96.72
2456	2772	2614	37.25	58.00	604.34	5.62	81.11
2772	3051	2811.5	48.10	107.10	556.24	7.25	83.85
3051	3307	3179	59.62	166.93	496.42	8.02	74.84
3307	3641	3424	68.32	235.25	336.62	10.30	64.54
3641	3751	3696	92.47	327.72	336.62	13.94	50.60
3751	3942	3846.5	120.59	448.25	215.08	18.17	32.43
3942	4127	4034.5	125.46	573.71	89.64	18.51	13.51
4127	4526	4326.5	89.64	663.34	0.00	13.51	0.00
			663.34345			100	

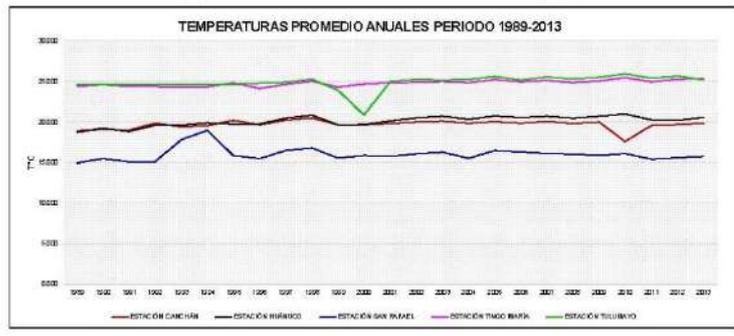
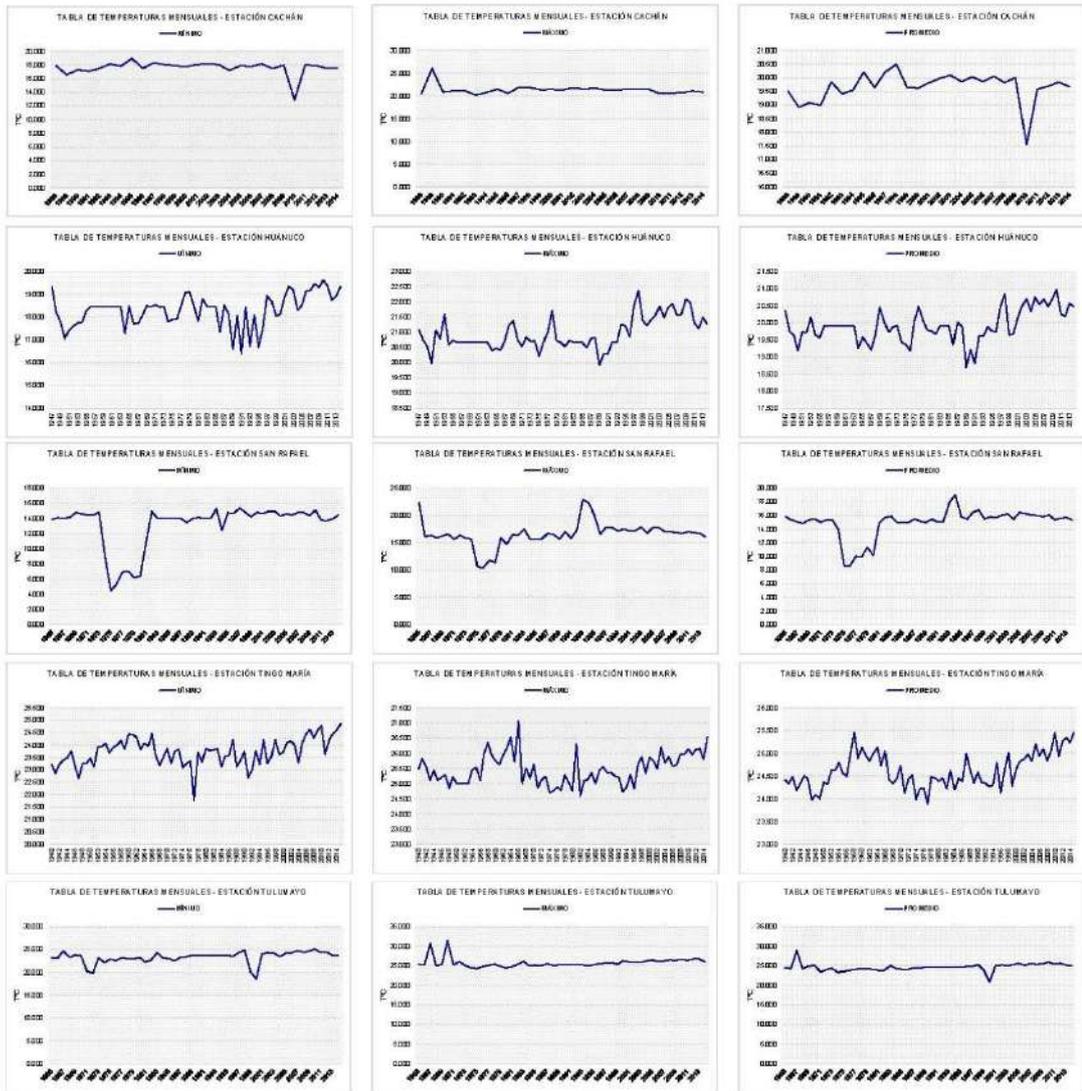
HIDROGRAFIA					
ORDN	CANT	LONG (KM)	REPETICIONES	PENDIENTE	REP/PEND
1	104	203.22	19474	20.627179	401695.68
2	26	90.02	8615	21.223751	182342.61
3	6	37.06	3564	21.679386	77046.54
4	1	25.35	2521	17.35477	43700.86
5	1	6.94	574	7.304090	4192.55
Longitud Total		362.55	34738		709478.34
Pendiente promedio				20.42	

PENDIENTE DE LA CUENCA				
PEND		PROM	REPETICIONES	PROM/REP
Mín	Máx			
0	10	5	3074547	16373325
10	20	15	1121194	16817760
20	30	25	43353	1083525
30	40	35	4588	172830
40	50	45	802	44130
50	60	55	195	10725
60	70	65	72	4590
70	80	75	27	2025
80	90	85	5	425
90	100	95	1	95
Total			4245404.00	33508750.00
Pendiente promedio de la cuenca		7.89		



### ANEXO 08





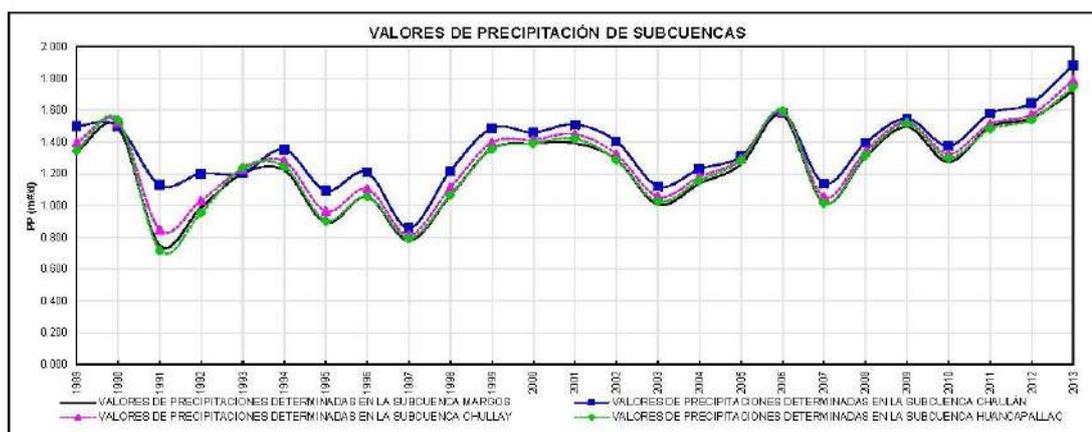
## ANEXO 09

VALORES DE PRECIPITACIONES DETERMINADAS EN LA SUBCUENCA MARGOS																
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
1988	4.2655	2.2006	1.8034	2.9632	0.5966	0.4540	0.2766	0.1857	0.0140	0.4786	1.9565	0.8298	0.014	4.265	1.343	16.111
1990	5.7998	1.9502	0.9091	0.8638	1.0167	1.0889	0.5981	0.0232	0.1432	0.5511	2.4017	2.6796	0.029	5.600	1.496	17.947
1991	1.8037	0.6796	1.1368	1.1710	0.7543	0.1988	0.4314	0.0612	0.0000	0.5052	1.1454	1.1740	0.000	1.804	0.751	9.008
1992	1.2006	0.0386	2.0159	1.6663	0.6936	0.0830	0.3423	0.7486	1.1332	0.1007	1.7770	1.2660	0.094	2.016	0.980	11.051
1993	1.0489	0.9653	2.2795	2.4702	1.1981	0.9908	0.2668	0.0947	0.1213	0.7759	1.1405	3.0451	0.095	3.045	1.201	14.418
1994	2.3268	1.8805	2.2740	1.3871	1.5727	0.6241	0.0262	0.0484	0.7736	1.2267	1.7086	0.8167	0.026	2.327	1.223	14.675
1995	1.5608	1.6516	1.9382	1.8403	0.7407	0.7919	0.0749	0.0153	0.0061	0.4560	0.5513	1.0976	0.005	1.939	0.694	10.724
1996	1.7731	1.6286	1.1044	1.4035	2.3552	0.5707	0.7476	0.0325	0.0568	0.1775	0.6598	2.1160	0.032	2.355	0.656	12.676
1997	0.4091	2.4268	1.7801	0.8251	0.5460	0.3611	0.2407	0.0000	0.4307	0.2795	0.9671	1.0989	0.000	2.427	0.779	9.352
1998	1.7159	3.0463	2.4531	1.9579	0.2540	0.1001	0.0519	0.0000	0.0454	0.2739	0.6915	2.1500	0.000	3.049	1.062	12.742
1999	1.4461	2.6452	3.6728	3.7879	0.7230	0.3992	0.2876	0.2906	0.0175	1.2422	0.5799	1.3506	0.018	3.788	1.356	16.277
2000	2.5088	2.1324	2.8197	4.1917	0.6344	0.2190	0.5667	0.2218	0.6493	0.4070	0.6377	1.6525	0.219	4.192	1.392	16.700
2001	2.4671	2.9630	1.3904	2.9801	1.3298	0.3547	0.0951	0.3849	0.2295	0.3535	1.5395	2.6945	0.095	2.993	1.393	15.722
2002	2.0651	0.7421	2.1823	3.2684	1.4362	0.5440	0.0701	0.6414	0.3017	0.2404	2.7981	1.1842	0.070	3.289	1.291	15.468
2003	0.9637	1.5527	1.4001	2.5025	0.9561	0.4233	0.0020	0.0014	0.3097	0.5915	1.0726	2.2999	0.001	2.602	1.007	12.005
2004	2.7628	1.0163	1.6975	2.4799	0.8263	0.8884	0.2974	0.2392	0.5602	0.7995	1.2051	0.8912	0.239	2.763	1.139	13.653
2005	3.0706	1.9067	2.1425	3.2623	0.3914	0.0374	0.0001	0.1545	0.5077	0.2985	1.5796	1.7719	0.000	3.282	1.262	15.143
2006	3.6237	3.2966	1.8730	3.6614	0.8992	0.1380	0.2683	0.0657	0.0620	0.4932	2.2710	2.2027	0.062	3.661	1.673	18.675
2007	2.6730	1.3060	0.1937	2.3170	0.9162	0.4920	0.0290	0.1754	0.1085	0.1749	2.0680	1.5410	0.025	2.673	1.016	12.194
2008	2.1955	1.8243	3.2061	2.6979	1.4500	0.1693	0.1107	0.0425	0.0957	1.0851	1.2201	1.6900	0.043	3.206	1.306	15.677
2009	3.0099	2.4946	2.6953	2.9229	2.3421	0.0952	0.4604	0.3897	0.0673	0.3496	1.3690	1.5460	0.007	3.009	1.496	17.950
2010	2.6235	0.8110	3.7127	3.2054	0.5328	0.0755	0.0344	0.1094	0.4170	0.4263	1.0526	2.3039	0.034	3.713	1.275	15.303
2011	2.1540	2.5179	2.3272	3.9006	1.2900	0.6847	0.0242	0.0825	0.1040	0.4882	2.5931	1.7719	0.024	3.901	1.495	17.938
2012	4.2932	2.0955	2.5048	0.9384	2.2365	0.3161	0.1190	0.2223	0.1371	0.1452	2.2498	3.3524	0.119	4.293	1.521	18.613
2013	4.6737	1.8144	3.3608	3.6043	1.4427	0.1839	0.6874	0.4208	0.8702	0.3545	1.1192	2.1595	0.184	4.674	1.751	20.650
MINIMO	0.409	0.980	0.193	0.825	0.254	0.037	0.000	0.000	0.000	0.146	0.551	0.817				
MAXIMO	5.800	3.295	3.713	4.192	2.355	1.089	0.749	0.749	1.133	1.242	2.795	3.352				
PROMEDIO	2.508	1.855	2.122	2.490	1.084	0.409	0.245	0.184	0.287	0.494	1.454	1.779				
ACUMULADO	62.694	46.361	53.045	62.260	27.109	10.226	6.127	4.593	7.171	12.354	36.353	44.463				

VALORES DE PRECIPITACIONES DETERMINADAS EN LA SUBCUENCA CHULAN																
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
1988	3.8881	2.3623	1.8974	3.1784	1.3320	1.1574	0.8126	0.2951	0.1263	0.4133	1.8879	0.8717	0.125	3.888	1.503	18.041
1990	4.9519	2.3171	1.2688	1.2307	1.4347	0.8096	0.4960	0.0582	0.1263	0.4663	2.2552	2.4646	0.050	4.952	1.499	17.900
1991	1.7978	1.2887	1.7272	1.9744	1.6318	0.6638	1.5373	0.3251	0.2280	0.4456	0.9528	0.9986	0.228	1.974	1.131	13.572
1992	1.0315	0.8488	2.1214	1.7147	1.0393	0.6308	1.0686	1.4833	1.2129	0.1783	1.7275	1.3802	0.178	2.121	1.202	14.418
1993	1.0399	1.1013	2.3105	2.5326	1.0750	0.6226	0.2379	0.1478	0.1636	0.9341	1.2327	2.6725	0.148	2.673	1.205	14.471
1994	2.8704	2.2267	2.8886	1.5396	1.5826	0.5676	0.0203	0.0375	0.6103	1.1501	1.7906	0.9874	0.020	2.870	1.353	16.252
1995	1.8264	1.9040	2.4533	2.3464	0.8769	0.7485	0.1693	0.0222	0.0310	0.6241	0.9395	1.2110	0.022	2.453	1.096	13.155
1996	2.2034	1.9330	1.6091	1.8776	2.3928	0.5712	0.6227	0.0301	0.1324	0.4256	0.6916	2.1390	0.030	2.393	1.209	14.509
1997	0.6641	2.4787	1.9523	0.8103	0.6523	0.3609	0.1511	0.0105	0.4427	0.3847	1.1253	1.2814	0.010	2.479	0.860	10.324
1998	2.0345	3.3005	3.0405	2.0267	0.3526	1.1687	0.0700	0.0000	0.0687	0.2791	0.8729	2.2903	0.000	3.301	1.218	14.616
1999	1.9199	2.9673	3.6957	3.7477	0.8107	0.4021	0.3134	0.2192	0.0641	1.4330	0.6302	1.5099	0.064	3.697	1.487	17.543
2000	2.4624	2.3567	3.0148	4.3317	0.8507	0.2410	0.5828	0.2075	0.7212	0.4800	0.7808	1.5401	0.207	4.332	1.462	17.549
2001	2.6445	3.1558	1.6339	3.0921	1.5219	0.3002	0.1393	0.4543	0.2667	0.4411	1.6442	2.7917	0.139	3.156	1.511	18.136
2002	2.5235	0.9225	2.3547	3.5377	1.4237	0.6215	0.0773	0.6817	0.2609	0.2957	2.9707	1.3093	0.077	3.539	1.406	16.868
2003	1.6103	1.8460	1.4502	2.9428	1.0603	0.3863	0.0416	0.0013	0.4331	0.6318	0.9963	2.3670	0.001	2.943	1.123	13.476
2004	2.9705	1.0677	1.8455	2.3615	0.9927	0.6738	0.3316	0.2229	0.5176	0.9196	1.3269	1.2295	0.223	2.971	1.230	14.761
2005	2.8975	1.9170	2.3482	3.3947	0.6329	0.0417	0.0001	0.1469	0.6030	0.3999	1.6174	1.8245	0.000	3.395	1.310	15.724
2006	3.3769	3.3364	1.9600	3.6179	1.0434	0.1159	0.2887	0.0895	0.1049	0.5257	2.1900	2.3759	0.080	3.618	1.695	19.015
2007	2.9298	1.5602	0.2909	2.7691	1.0325	0.4940	0.0271	0.3644	0.1114	0.2522	2.0754	1.7593	0.027	2.930	1.140	13.665
2008	2.3654	1.9922	3.4711	2.5430	1.3911	0.2435	0.1742	0.0431	0.0587	1.3948	1.4688	1.6998	0.043	3.471	1.395	16.743
2009	3.1032	2.4246	2.6755	2.9647	2.1949	0.3472	0.4249	0.4404	0.1469	0.4297	1.3750	1.8399	0.149	3.103	1.547	18.570
2010	2.7592	1.3619	3.8392	3.3469	0.8561	0.1028	0.0603	0.1503	0.3695	0.3921	1.1122	2.1544	0.060	3.839	1.377	16.523
2011	2.5014	2.7700	2.6388	3.8077	1.3988	0.7303	0.0280	0.0780	0.1161	0.7087	2.3873	1.7852	0.028	3.808	1.579	18.950
2012	4.4473	2.1675	2.7571	1.1135	2.5039	0.3283	0.2638	0.2053	0.1719	0.1677	2.3001	3.3262	0.168	4.447	1.646	19.753
2013	5.0385	2.0042	3.5920	3.5990	1.5753	0.2160	0.6571	0.6559	1.0102	0.4139	1.4906	2.3770	0.216	5.039	1.685	22.620
MINIMO	0.664	0.823	0.281	0.810	0.363	0.042	0.000	0.000	0.031	0.188	0.630	0.872				
MAXIMO	5.038	3.326	3.997	4.332	2.504	1.157	1.537	1.493	1.213	1.433	2.971	3.326				
PROMEDIO	2.630	2.046	2.367	2.657	1.266	0.488	0.345	0.255	0.324	0.567	1.509	1.848				
ACUMULADO	65.748	51.141	59.179	66.422	31.848	12.195	8.635	6.381	8.089	14.167	37.731	46.204				

VALORES DE PRECIPITACIONES DETERMINADAS EN LA SUBCUENCA CHULLAY																
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
1988	4.2119	2.3533	1.8909	3.0059	0.8410	0.6674	0.4462	0.2343	0.0472	0.4657	1.8131	0.8249	0.047	4.212	1.398	16.771
1990	5.9179	2.0363	1.0123	0.9723	1.1270	1.0367	0.5746	0.0318	0.1290	0.5296	2.3316	2.6225	0.032	5.918	1.627	18.320
1991	1.7752	0.8729	1.2743	1.2476	1.0190	0.3071	0.7916	0.1355	0.0723	0.5097	1.0945	1.0939	0.072	1.775	0.850	10.195
1992	1.1233	0.8120	1.9331	1.8684	0.7180	0.2670	0.5665	1.0560	1.1525	0.1879	1.6263	1.2978	0.188	1.933	1.033	12.988
1993	1.0609	1.0639	2.3539	2.5117	1.1923	0.8521	0.2434	0.1020	0.1265	0.8774	1.2298	2.9921	0.102	2.992	1.229	14.746
1994	2.5712	2.0571	2.4735	1.4464												

VALORES DE PRECIPITACIONES DETERMINADAS EN LA SUBCUENCA HUANCAPALLAC																
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
1989	4.3619	2.3395	1.8438	2.9261	0.6129	0.4399	0.2748	0.2060	0.0109	0.4900	1.8718	0.6032	0.011	4.362	1.348	16.181
1990	6.3639	1.9042	0.8928	0.8524	0.9842	1.0943	0.6198	0.0196	0.1307	0.5990	2.3625	2.6960	0.020	6.364	1.539	18.472
1991	1.7664	0.6799	1.0643	0.9112	0.7346	0.1415	0.4452	0.0476	0.0000	0.6306	1.1604	1.1363	0.000	1.766	0.719	8.629
1992	1.1661	0.7946	1.8463	1.6324	0.9689	0.0980	0.3320	0.8671	1.1245	0.1924	1.5801	1.2688	0.098	1.846	0.955	11.461
1993	1.0598	1.0462	2.3737	2.5019	1.2466	1.0569	0.2461	0.0608	0.1094	0.8908	1.2281	3.0330	0.081	3.033	1.239	14.872
1994	2.4310	1.9776	2.2899	1.4061	1.6499	0.6051	0.0300	0.0664	0.0856	1.2486	1.6551	0.6366	0.030	2.432	1.247	14.970
1995	1.5771	1.7261	1.9448	1.8686	0.7374	0.8908	0.0790	0.0119	0.0040	0.4872	0.5227	1.0094	0.004	1.945	0.905	10.851
1996	1.7655	1.9664	1.0955	1.4092	2.3762	0.5492	0.8951	0.0367	0.0951	0.1921	0.6451	2.1043	0.037	2.375	1.059	12.702
1997	0.4328	2.5232	1.8067	0.8363	0.6606	0.3690	0.2850	0.0000	0.4492	0.2833	0.8680	1.0439	0.000	2.523	0.794	9.526
1998	1.7331	3.0576	2.4707	1.9444	0.2768	0.1015	0.0492	0.0000	0.0389	0.2952	0.6547	2.1600	0.000	3.058	1.064	12.772
1999	1.4967	2.6462	3.6944	3.8708	0.7172	0.3669	0.2953	0.2238	0.0172	1.1412	0.5693	1.2630	0.017	3.871	1.355	16.272
2000	2.6498	2.1710	2.8969	4.2128	0.6376	0.2033	0.5704	0.2370	0.6634	0.4084	0.8851	1.4784	0.203	4.213	1.393	16.714
2001	2.5014	3.1786	1.4089	2.9063	1.3184	0.3654	0.0362	0.4012	0.2152	0.3690	1.5816	2.7302	0.096	3.179	1.422	17.089
2002	2.1263	0.7113	2.1959	3.3641	1.3816	0.5507	0.0671	0.6744	0.3179	0.2433	2.6717	1.1462	0.067	3.364	1.289	15.450
2003	1.0374	1.5888	1.4492	2.5463	0.9747	0.4224	0.0022	0.0011	0.3104	0.6048	1.1483	2.2617	0.001	2.546	1.026	12.315
2004	2.7811	1.0026	1.7775	2.5731	0.7650	0.9110	0.3158	0.2477	0.5633	0.8151	1.2613	0.8569	0.248	2.781	1.158	13.800
2005	3.0256	2.0304	2.2210	3.3227	0.3911	0.0362	0.0001	0.1676	0.5411	0.3136	1.5676	1.6366	0.000	3.323	1.289	15.453
2006	3.7116	3.3754	1.9115	3.6263	0.8831	0.1482	0.3005	0.0690	0.0682	0.6096	2.3841	2.2006	0.068	3.712	1.597	19.188
2007	2.8718	1.3399	0.1848	2.2638	0.8786	0.5267	0.0195	0.1694	0.1059	0.1790	2.0909	1.5682	0.019	2.872	1.017	12.198
2008	2.1651	1.9492	3.2170	2.8619	1.4647	0.1655	0.1002	0.0461	0.1003	1.0910	1.2192	1.5730	0.046	3.217	1.315	15.705
2009	3.0364	2.5917	2.9742	2.9272	2.3786	0.0791	0.4773	0.3806	0.0794	0.3480	1.3587	1.6767	0.079	3.036	1.518	18.215
2010	3.7249	0.8229	3.8097	3.2220	0.5477	0.0739	0.0267	0.1023	0.3999	0.4571	1.0917	2.3326	0.027	3.810	1.301	15.510
2011	2.1265	2.5354	2.3330	3.8038	1.2606	0.6989	0.0189	0.0614	0.1050	0.4486	2.6533	1.7471	0.019	3.804	1.483	17.793
2012	4.2511	2.0761	2.6894	0.9288	2.1952	0.3025	0.1177	0.2181	0.1411	0.1426	2.2252	3.3101	0.118	4.251	1.541	18.498
2013	4.7082	1.9057	3.3727	3.7071	1.4894	0.1839	0.7353	0.4233	0.8358	0.3513	1.1271	2.1085	0.164	4.708	1.747	20.953
MINIMO	0.433	0.690	0.185	0.895	0.277	0.036	0.000	0.000	0.143	0.523	0.603					
MAXIMO	6.364	3.375	3.810	4.213	2.379	1.094	0.858	0.667	1.125	1.247	2.672	3.310				
PROMEDIO	2.563	1.902	2.142	2.499	1.078	0.415	0.252	0.190	0.292	0.503	1.451	1.767				
ACUMULADO	63.626	47.538	63.554	62.224	26.951	10.379	6.293	4.760	7.292	12.566	36.274	44.162				



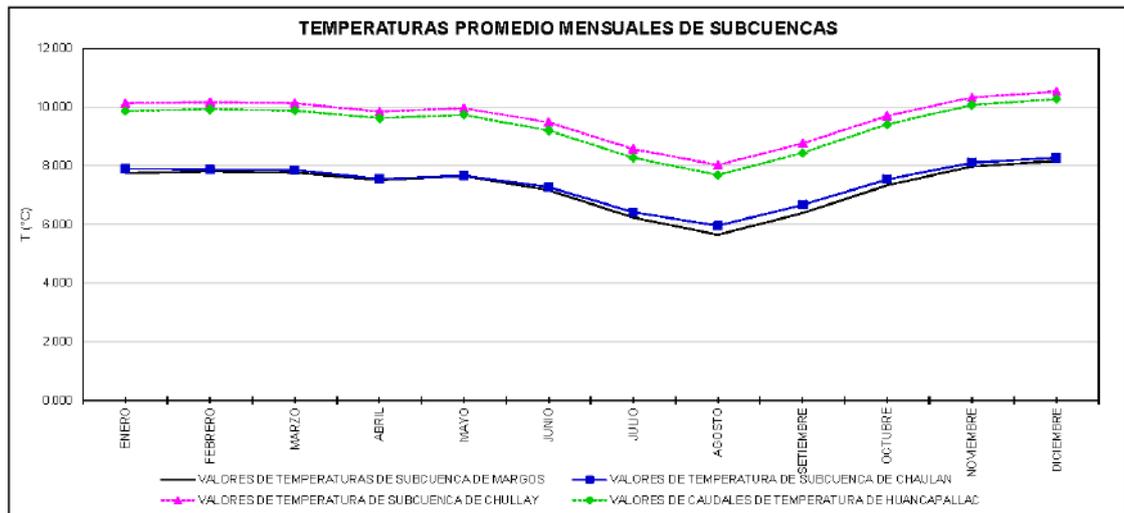
## ANEXO 10

VALORES DE TEMPERATURAS DE SUBCUENCA DE MARGOS																
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
1989	6.176	6.073	5.950	6.125	6.148	6.301	4.898	3.942	5.290	6.165	6.391	7.132	3.942	7.132	5.841	70.091
1990	6.780	6.494	7.993	7.685	7.243	6.283	5.349	5.052	5.307	6.704	7.185	6.562	5.052	7.933	6.544	78.530
1991	6.796	7.507	7.137	6.864	6.973	5.727	5.182	4.247	4.732	5.851	6.990	7.469	4.247	7.507	6.239	74.864
1992	7.941	7.809	6.886	7.399	7.602	7.588	8.161	5.699	6.363	7.557	6.716	6.700	5.699	7.941	7.037	84.382
1993	6.506	6.660	7.436	7.161	8.024	7.004	6.416	6.986	6.316	7.109	7.392	7.095	6.316	8.024	6.975	83.695
1994	5.928	7.514	7.458	7.341	7.617	7.292	5.955	5.392	6.699	7.116	7.078	7.661	5.392	7.661	6.921	83.049
1995	7.752	8.173	8.177	6.057	7.438	7.060	6.480	6.522	6.684	7.519	7.962	8.827	6.057	8.827	7.396	88.633
1996	8.266	7.360	7.724	7.861	7.448	6.880	6.381	4.917	6.479	6.952	7.976	7.380	4.917	8.266	7.135	85.625
1997	7.875	7.870	7.997	8.219	7.498	7.137	6.546	6.007	6.356	8.014	8.909	9.147	6.007	9.147	7.631	91.576
1998	9.165	9.055	9.179	9.192	9.490	7.706	6.387	5.713	7.231	7.532	8.435	8.481	5.713	9.490	8.131	97.566
1999	8.159	7.279	7.186	6.641	7.260	6.811	6.667	5.339	5.706	7.123	7.894	8.746	5.339	8.746	7.050	84.601
2000	8.259	7.378	7.159	6.657	6.994	7.037	6.212	5.277	6.283	7.468	7.831	8.659	5.277	8.659	7.101	85.211
2001	7.682	7.127	7.588	7.264	7.301	7.406	6.010	6.135	5.871	7.628	8.629	8.591	5.871	8.629	7.369	87.231
2002	8.673	9.020	7.976	7.992	7.699	7.216	6.049	6.216	6.459	7.653	6.118	7.994	6.049	9.020	7.599	91.064
2003	8.703	8.942	8.633	7.976	8.090	7.402	6.756	5.917	6.701	7.370	9.006	8.502	5.917	9.006	7.833	93.999
2004	7.691	8.313	8.147	8.743	8.430	7.549	6.695	5.820	5.066	6.433	8.056	8.596	5.066	8.596	7.407	88.880
2005	8.263	8.460	8.660	7.810	8.554	8.067	6.837	5.607	6.303	7.596	8.163	8.918	5.607	8.918	7.762	93.140
2006	7.928	7.635	8.194	7.714	7.669	6.666	6.434	6.682	7.369	8.056	8.932	7.928	6.682	8.932	7.907	90.084
2007	8.226	8.765	8.779	7.816	8.066	7.662	6.078	5.969	6.691	7.639	8.363	8.669	5.969	8.779	7.741	92.896
2008	8.007	7.764	7.763	6.967	7.495	7.207	6.291	5.787	7.213	7.502	8.961	8.924	5.787	8.924	7.452	89.421
2009	8.466	7.797	7.682	7.636	7.728	7.537	6.560	5.976	7.460	8.037	8.691	9.123	5.976	9.123	7.739	92.674
2010	8.292	8.668	8.795	7.897	7.630	7.206	6.924	6.392	6.943	8.117	8.103	8.122	6.392	8.796	7.757	93.079
2011	7.666	7.483	6.862	7.270	7.403	7.530	6.566	5.960	7.022	7.852	7.881	8.212	5.960	8.212	7.292	87.504
2012	7.303	7.652	7.109	7.865	7.655	7.566	6.395	6.666	6.637	7.157	8.306	8.246	6.666	8.306	7.297	87.567
2013	7.228	8.318	7.805	7.727	7.993	7.696	6.716	6.446	6.673	7.333	8.671	7.996	6.446	8.671	7.450	89.405
MÍNIMO	5.928	6.073	5.950	6.057	6.148	5.727	4.898	3.942	4.732	5.851	6.990	6.562				
MÁXIMO	9.165	9.055	9.179	9.192	9.490	8.067	6.924	6.586	7.460	8.117	9.006	9.147				
PROMEDIO	7.749	7.804	7.769	7.514	7.658	7.160	6.233	5.648	6.389	7.339	7.976	8.160				
ACUMULADO	193.720	195.106	194.213	187.850	191.440	179.997	155.836	141.199	159.723	183.483	199.398	204.002				

VALORES DE TEMPERATURA DE SUBCUENCA DE CHAULAN																
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
1989	6.634	6.348	6.267	6.315	6.388	6.037	5.213	4.348	5.790	6.633	6.763	7.380	4.348	7.380	6.176	74.116
1990	7.032	6.675	7.800	7.671	7.310	6.463	5.660	5.255	5.461	6.874	7.353	6.754	5.255	7.800	6.692	80.309
1991	7.161	7.508	7.131	6.991	7.092	6.021	5.575	4.514	5.088	6.127	6.801	7.680	4.514	7.680	6.498	77.491
1992	7.925	7.733	6.961	7.297	7.478	7.621	6.398	5.938	6.572	7.220	6.852	6.881	5.938	7.925	7.098	85.174
1993	6.668	6.937	7.602	7.216	7.981	7.337	7.510	7.945	7.770	7.275	7.522	7.266	6.668	7.961	7.434	89.209
1994	6.670	6.265	8.176	7.525	7.321	7.161	6.742	6.773	7.809	6.142	6.259	6.616	5.742	6.616	7.594	90.650
1995	8.667	8.064	8.827	6.189	7.404	7.113	6.508	6.692	6.766	7.502	7.842	8.681	6.189	8.827	7.521	90.254
1996	8.161	7.317	7.594	7.746	7.416	6.916	6.484	5.196	6.510	7.231	6.031	7.521	5.196	8.161	7.179	86.145
1997	7.691	7.911	7.969	8.244	7.624	7.320	6.756	6.244	6.543	6.197	9.074	9.173	6.244	9.173	7.746	92.945
1998	8.167	9.060	9.238	9.232	9.645	7.918	6.996	6.693	7.421	7.746	6.614	6.696	6.693	9.645	8.260	96.998
1999	8.184	7.320	7.173	6.716	7.299	6.863	6.756	5.465	5.908	7.206	7.738	8.812	5.465	8.812	7.119	85.431
2000	8.236	7.436	7.226	6.763	6.999	7.176	6.418	5.523	6.478	7.630	7.916	8.763	5.523	8.763	7.213	86.561
2001	7.697	7.140	7.627	7.294	7.269	7.448	6.141	6.310	6.026	7.744	6.682	6.568	6.026	6.568	7.326	87.936
2002	8.726	9.033	8.034	7.932	7.743	7.369	6.232	6.372	6.667	7.844	8.141	8.006	6.232	9.033	7.674	92.086
2003	8.749	8.871	8.622	8.025	8.152	7.585	6.925	6.119	6.798	7.931	9.157	8.655	6.119	9.157	7.931	96.169
2004	7.690	8.293	8.043	8.638	8.263	7.618	6.823	6.065	6.290	6.527	8.095	8.875	6.065	8.875	7.429	89.148
2005	8.247	8.547	8.788	7.920	8.506	8.212	7.071	5.697	6.547	7.932	8.356	9.060	5.697	9.060	7.907	94.881
2006	8.024	7.758	8.265	7.763	7.746	6.750	6.644	5.869	7.582	8.266	9.068	8.044	5.869	9.068	7.647	91.769
2007	8.268	8.787	8.793	7.847	8.092	7.961	6.296	6.183	6.863	7.697	8.437	8.740	6.183	8.793	7.627	93.923
2008	8.070	7.839	7.784	6.906	7.554	7.312	6.405	6.072	7.468	7.692	8.578	8.938	6.072	8.938	7.951	90.616
2009	8.516	7.794	7.703	7.583	7.727	7.526	6.619	6.094	7.588	8.205	8.876	9.077	6.094	9.077	7.776	93.309
2010	8.278	8.563	8.759	8.119	7.808	7.465	7.047	6.542	6.996	8.140	8.199	8.199	6.542	8.769	7.843	94.112
2011	7.729	7.439	6.839	7.213	7.382	7.461	6.486	6.178	7.134	7.945	7.742	8.343	6.178	8.343	7.324	87.890
2012	7.380	7.720	7.209	7.889	7.617	7.543	6.420	5.727	6.729	7.188	8.398	8.317	5.727	8.398	7.345	88.137
2013	7.391	8.422	7.870	7.818	7.953	7.647	6.782	5.933	6.875	7.469	8.615	7.929	5.933	8.615	7.598	90.702
MÍNIMO	6.634	6.348	6.267	6.189	6.388	6.021	5.213	4.348	5.088	6.127	6.801	6.754				
MÁXIMO	9.167	9.060	9.238	9.232	9.645	8.212	7.510	7.945	7.808	8.266	9.157	9.173				
PROMEDIO	7.905	7.870	7.852	7.550	7.667	7.272	6.418	5.968	6.666	7.539	8.108	8.275				
ACUMULADO	197.627	196.769	196.286	186.745	191.665	181.803	160.438	148.965	166.625	188.466	202.707	206.874				

VALORES DE TEMPERATURA DE SUBCUENCA DE CHULLAY																
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
1989	8.614	8.510	8.358	8.617	8.557	8.203	7.290	6.391	7.696	8.592	8.627	9.561	6.391	9.561	8.269	99.106
1990	9.122	8.671	10.273	10.027	9.551	6.616	7.690	7.396	7.647	9.064	9.606	9.049	7.396	10.273	8.911	106.931
1991	9.240	9.693	9.493	9.252	9.274	8.013	7.527	6.709	7.204	8.316	8.866	9.940	6.709	9.940	8.643	103.717
1992	10.360	10.236	9.327	9.762	9.948	9.921	8.513	7.968	8.676	9.916	9.111	9.146	7.968	10.360	9.409	112.904
1993	9.046	9.148	9.825	9.470	10.261	9.380	9.007	9.242	9.986	9.487	9.724	9.511	9.986	10.261	9.424	113.086
1994	8.726	10.082	9.998	9.686	9.838	9.572	8.216	8.149	9.439	9.761	9.734	10.256	8.149	10.256	9.455	113.457
1995	10.273	10.467	10.701	8.634	9.879	9.406	8.810	8.894	9.039	9.648	10.253	11.132	8.634	11.132	9.778	117.336
1996	10.585	9.702	10.031	10.158	9.759	9.210	8.735	7.394	8.823	9.342	10.296	9.733	7.394	10.585	9.476	113.706
1997	10.228	10.241	10.334	10.586	9.848	9.494	8.931	8.375	8.709	10.354	11.256	11.486	8.375	11.486	9.965	119.822

VALORES DE CAUDALES DE TEMPERATURA DE HUANCAPALLAC																		
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	AGOSTO	SEPTIEMBRE	DICIEMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
1989	8.236	8.215	8.031	8.242	8.265	7.911	6.966	6.042	7.261	8.204	8.487	9.260	6.042	9.260	7.926	96.130		
1990	8.794	8.592	10.122	9.822	9.294	8.318	7.335	7.091	7.363	8.811	9.352	8.816	7.091	10.122	8.643	103.712		
1991	8.907	9.687	9.291	9.004	8.988	7.641	7.195	8.429	6.887	8.034	8.619	9.690	8.429	9.690	8.969	100.313		
1992	10.191	10.099	9.127	9.607	9.797	9.691	8.198	7.642	8.354	9.638	8.954	8.899	7.642	10.191	9.183	110.197		
1993	8.746	8.976	9.558	9.219	10.022	9.030	8.404	8.547	6.271	9.216	9.449	9.255	8.271	10.022	9.049	106.594		
1994	8.267	9.632	9.546	9.391	9.709	9.393	8.066	7.490	8.898	9.215	9.120	9.719	7.490	9.719	9.039	108.456		
1995	9.722	10.284	10.273	8.469	9.729	9.172	8.580	8.818	8.801	9.840	10.074	10.967	8.469	10.967	9.527	114.329		
1996	10.403	9.511	9.664	9.979	9.549	8.976	8.462	7.029	6.599	9.023	10.048	9.462	7.029	10.403	9.244	110.924		
1997	10.014	10.025	10.134	10.345	9.592	9.205	8.643	8.067	8.417	10.057	10.971	11.261	8.067	11.261	9.727	116.723		
1998	11.295	11.175	11.280	11.265	11.562	9.804	8.479	7.775	9.299	9.604	10.510	10.605	7.775	11.562	10.218	122.611		
1999	10.262	9.405	9.305	8.758	9.353	8.899	8.767	7.439	7.952	9.271	9.796	10.652	7.439	10.652	9.165	109.974		
2000	10.407	9.520	9.313	8.776	9.115	9.102	8.303	7.361	6.365	9.592	9.938	10.790	7.361	10.790	9.215	110.584		
2001	9.613	9.222	9.682	9.373	9.423	9.461	8.049	8.158	7.916	9.719	10.733	10.715	7.916	10.733	9.357	112.284		
2002	10.817	11.148	10.087	10.104	9.764	9.229	8.040	8.265	6.466	9.726	10.223	10.103	8.040	11.148	8.665	116.963		
2003	11.061	10.749	10.056	10.137	9.420	8.772	7.936	6.766	6.439	9.439	11.026	10.672	6.439	11.026	8.895	118.746		
2004	9.771	10.394	10.230	10.836	10.493	9.626	7.735	7.848	7.068	6.473	10.128	11.089	7.068	11.089	8.476	113.713		
2005	10.416	10.606	10.701	9.886	10.619	10.101	8.901	7.570	8.316	9.589	10.196	10.989	7.570	10.989	9.816	117.788		
2006	10.061	9.715	10.305	9.810	9.721	8.601	8.407	7.864	9.369	10.088	10.964	10.025	7.864	10.964	9.564	114.770		
2007	10.347	10.813	10.905	9.914	10.089	9.645	8.069	7.989	6.760	9.656	10.431	10.724	7.989	10.724	9.804	117.646		
2008	10.100	9.840	9.865	9.101	9.549	9.291	8.244	7.731	9.199	9.552	10.663	11.030	7.731	11.030	9.509	114.106		
2009	10.585	9.931	9.799	9.745	9.811	9.565	8.568	7.977	9.464	10.067	10.944	11.183	7.977	11.183	9.802	117.628		
2010	10.367	10.774	10.930	9.789	9.494	9.065	8.922	8.414	8.991	10.190	10.161	10.164	8.414	10.930	9.774	117.290		
2011	9.743	9.585	9.968	9.960	9.470	9.562	8.560	7.974	9.077	9.921	9.753	10.264	7.974	10.264	9.952	112.227		
2012	9.369	9.700	9.179	9.945	9.768	9.628	8.442	7.750	8.714	9.245	10.367	10.315	7.750	10.367	9.367	112.410		
2013	9.303	10.346	9.896	9.814	10.069	9.643	8.762	7.456	8.561	9.368	10.748	10.098	7.456	10.748	9.504	114.042		
MÍNIMO	8.236	8.215	8.031	8.242	8.265	7.641	6.966	6.042	6.887	8.034	8.487	8.816	6.042	8.487	7.926			
MÁXIMO	11.295	11.175	11.280	11.265	11.562	10.101	8.922	8.818	9.464	10.190	11.086	11.261	9.464	11.261	10.218			
PROMEDIO	9.670	9.926	9.886	9.624	9.735	9.205	8.272	7.690	8.441	9.414	10.070	10.275	8.441	10.070	9.504			
ACUMULADO	246.750	246.145	247.141	240.612	243.369	230.121	206.609	192.243	211.032	235.342	251.767	256.658	192.243	256.658	246.750			



## ANEXO 11

	VALORES DE CAUDALES DE SALIDA EN m <sup>3</sup> /S DEL PUNTO DE CAPTACIÓN												MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE				
1989	0.002	0.039	0.094	0.761	0.446	0.164	0.094	0.064	0.048	0.039	0.050	0.073	0.227	0.761	0.156	1.873
1990	5.271	3.313	0.551	0.248	0.219	0.144	0.115	0.085	0.067	0.055	0.138	0.572	1.296	5.271	0.898	10.780
1991	0.775	0.292	0.188	0.109	0.078	0.080	0.049	0.041	0.035	0.031	0.052	0.041	0.148	0.775	0.144	1.733
1992	0.048	0.052	0.088	0.381	0.177	0.104	0.072	0.055	0.067	0.057	0.068	0.074	0.067	0.381	0.104	1.242
1993	0.058	0.046	0.077	0.467	0.520	0.231	0.133	0.086	0.063	0.051	0.044	0.152	0.227	0.520	0.161	1.929
1994	0.645	0.519	0.727	0.299	0.340	0.185	0.100	0.070	0.053	0.043	0.057	0.101	0.375	0.727	0.260	3.126
1995	0.066	0.100	0.112	0.599	0.345	0.145	0.090	0.064	0.049	0.040	0.034	0.031	0.164	0.599	0.140	1.676
1996	0.045	0.093	0.098	0.883	0.503	0.277	0.132	0.085	0.061	0.048	0.040	0.053	0.137	0.503	0.126	1.517
1997	0.062	0.120	0.228	0.217	0.124	0.081	0.059	0.047	0.039	0.033	0.029	0.027	0.148	0.228	0.089	1.084
1998	0.034	0.323	0.575	0.893	0.281	0.132	0.084	0.061	0.048	0.039	0.033	0.118	0.245	0.893	0.219	2.623
1999	0.165	0.330	1.382	3.594	0.953	0.227	0.126	0.086	0.065	0.059	0.050	0.055	0.674	3.594	0.591	7.093
2000	0.146	0.299	1.104	3.875	0.865	0.224	0.125	0.086	0.069	0.055	0.047	0.046	0.610	3.875	0.587	7.041
2001	0.268	2.268	0.937	0.796	0.824	0.287	0.143	0.097	0.073	0.058	0.053	1.144	0.793	2.268	0.586	7.029
2002	0.673	0.324	0.250	1.063	0.689	0.269	0.146	0.102	0.076	0.061	0.120	0.364	0.427	1.063	0.362	4.336
2003	0.174	0.129	0.145	0.351	0.442	0.189	0.102	0.073	0.057	0.046	0.057	0.123	0.184	0.442	0.150	1.870
2004	1.090	0.470	0.223	0.415	0.569	0.257	0.139	0.092	0.069	0.059	0.054	0.048	0.377	1.090	0.290	3.484
2005	0.225	0.940	0.012	1.450	0.490	0.191	0.109	0.078	0.063	0.052	0.054	0.061	0.503	1.450	0.393	4.716
2006	1.819	2.895	1.037	1.586	1.271	0.253	0.140	0.086	0.073	0.059	0.082	0.489	0.851	2.895	0.784	9.407
2007	0.732	0.822	0.262	0.215	0.163	0.105	0.075	0.059	0.049	0.040	0.114	0.191	0.263	0.822	0.225	2.825
2008	0.295	0.473	1.034	1.969	0.805	0.284	0.144	0.086	0.072	0.067	0.059	0.111	0.530	1.969	0.451	5.407
2009	0.958	1.938	1.354	1.526	1.615	0.474	0.190	0.121	0.087	0.088	0.061	0.064	0.822	1.938	0.855	7.857
2010	0.180	0.294	0.867	2.257	0.713	0.229	0.136	0.096	0.073	0.061	0.055	0.210	0.589	2.257	0.426	5.111
2011	0.337	0.663	0.839	2.462	1.227	0.263	0.140	0.093	0.070	0.055	0.159	0.261	0.529	2.462	0.547	6.570
2012	1.865	2.889	0.924	0.777	0.430	0.231	0.132	0.082	0.070	0.056	0.074	0.278	0.645	2.889	0.818	7.419
2013	4.723	1.265	1.498	3.858	1.182	0.307	0.170	0.117	0.093	0.076	0.069	0.114	1.205	4.723	1.124	12.493
MÍNIMO	0.002	0.039	0.077	0.083	0.079	0.060	0.049	0.041	0.035	0.031	0.029	0.027				
MÁXIMO	5.271	3.313	1.498	3.875	1.615	0.474	0.190	0.121	0.093	0.076	0.159	1.144				
PROMEDIO	0.794	0.818	0.624	1.210	0.819	0.210	0.119	0.082	0.063	0.052	0.066	0.192				
ACUMULADO	19.857	20.457	15.589	30.280	15.475	5.245	2.947	2.045	1.596	1.308	1.652	4.803				
Q(75%)(m <sup>3</sup> /s)	4.111	2.894	1.376	3.805	1.262	0.303	0.166	0.114	0.085	0.067	0.135	0.555				

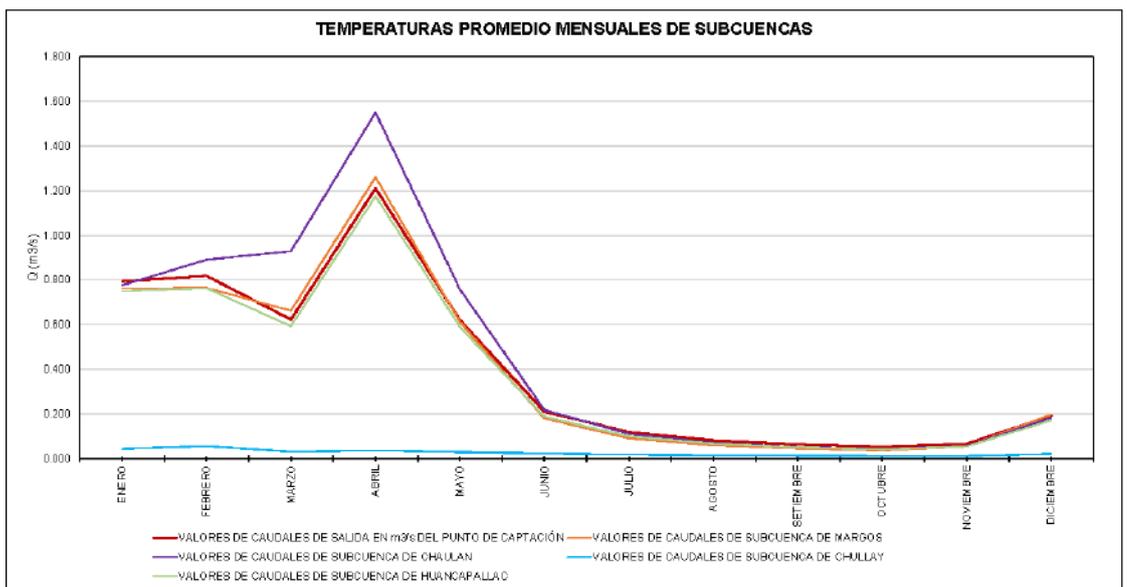
Q OFERTA TOTAL (m <sup>3</sup> /s)	4.111	2.894	1.376	3.805	1.262	0.303	0.166	0.114	0.085	0.067	0.135	0.555
Q OFERTA TOTAL (l/s)	4111.181	2893.823	1376.141	3805.174	1261.977	302.850	165.658	114.122	84.858	67.480	134.681	555.150
Q ECOLÓGICO (m <sup>3</sup> /s)	0.078	0.062	0.062	0.121	0.062	0.021	0.012	0.008	0.006	0.005	0.007	0.019
Q ECOLÓGICO (l/s)	79.427	81.839	82.355	121.041	61.899	20.980	11.788	8.178	6.345	5.232	8.808	19.210

	VALORES DE CAUDALES DE SUBCUENCA DE MARGOS												MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE				
1989	0.002	0.036	0.143	1.753	0.544	0.163	0.088	0.058	0.042	0.034	0.052	0.112	0.002	1.753	0.211	2.578
1990	3.754	2.341	0.337	0.142	0.180	0.097	0.095	0.057	0.042	0.043	0.144	0.809	0.033	3.754	0.887	8.000
1991	0.942	0.296	0.168	0.117	0.077	0.054	0.041	0.032	0.028	0.022	0.044	0.036	0.022	0.442	0.155	1.898
1992	0.041	0.056	0.135	0.695	0.208	0.101	0.064	0.046	0.035	0.048	0.075	0.126	0.041	0.685	0.137	1.641
1993	0.084	0.058	0.105	0.611	0.538	0.219	0.116	0.070	0.049	0.040	0.033	0.200	0.033	0.811	0.177	2.123
1994	0.932	0.609	0.898	0.327	0.494	0.179	0.096	0.062	0.045	0.035	0.061	0.132	0.035	0.932	0.323	3.872
1995	0.076	0.121	0.138	0.736	0.433	0.141	0.079	0.054	0.040	0.032	0.036	0.026	0.026	0.736	0.156	1.895
1996	0.040	0.127	0.156	0.117	0.686	0.282	0.121	0.072	0.050	0.048	0.031	0.060	0.031	0.685	0.148	1.778
1997	0.065	0.119	0.257	0.255	0.175	0.075	0.053	0.039	0.031	0.026	0.033	0.022	0.023	0.257	0.091	1.088
1998	0.033	0.444	0.703	1.805	0.251	0.110	0.068	0.048	0.036	0.029	0.024	0.116	0.024	1.805	0.239	2.859
1999	0.175	0.430	1.885	3.521	0.841	0.185	0.096	0.062	0.044	0.044	0.039	0.044	0.038	3.521	0.585	7.145
2000	0.161	0.385	1.432	3.781	0.886	0.184	0.094	0.061	0.049	0.037	0.030	0.036	0.030	3.781	0.595	7.137
2001	0.300	2.057	0.863	0.898	0.966	0.217	0.103	0.065	0.046	0.035	0.033	0.784	0.033	2.057	0.530	6.368
2002	0.883	0.242	0.212	1.139	0.887	0.235	0.109	0.070	0.049	0.037	0.111	0.480	0.037	1.139	0.337	4.045
2003	0.171	0.115	0.145	0.412	0.490	0.149	0.082	0.055	0.041	0.033	0.039	0.118	0.033	0.490	0.154	1.848
2004	1.253	0.523	0.217	0.367	0.508	0.228	0.109	0.067	0.048	0.041	0.039	0.035	0.035	1.253	0.286	3.433
2005	0.261	0.979	0.959	1.472	0.432	0.141	0.080	0.054	0.042	0.034	0.039	0.050	0.034	1.472	0.379	4.543
2006	1.508	2.428	0.945	1.751	1.203	0.191	0.095	0.061	0.044	0.035	0.059	0.488	0.035	2.428	0.735	8.816
2007	0.811	0.825	0.219	0.207	0.172	0.099	0.063	0.045	0.035	0.028	0.083	0.186	0.028	0.825	0.231	2.773
2008	0.319	0.505	1.120	2.832	0.817	0.251	0.110	0.068	0.048	0.046	0.041	0.102	0.041	2.832	0.455	5.459
2009	0.368	1.796	1.346	1.543	1.550	0.409	0.136	0.080	0.054	0.040	0.039	0.046	0.039	1.796	0.617	7.408
2010	0.192	0.281	0.928	2.123	0.592	0.158	0.085	0.057	0.042	0.035	0.031	0.169	0.031	2.123	0.389	4.673
2011	0.399	0.835	1.067	2.808	1.208	0.220	0.108	0.067	0.047	0.036	0.146	0.306	0.036	2.808	0.604	7.250
2012	1.901	2.454	0.912	0.772	0.454	0.211	0.101	0.064	0.046	0.035	0.062	0.376	0.035	2.454	0.816	7.387
2013	4.567	1.059	1.508	3.441	0.955	0.201	0.101	0.067	0.053	0.043	0.042	0.100	0.042	4.567	1.011	12.137
MÍNIMO	0.002	0.036	0.105	0.117	0.077	0.054	0.041	0.032	0.028	0.022	0.023	0.023				
MÁXIMO	4.567	2.454	1.665	3.781	1.550	0.409	0.136	0.080	0.055	0.048	0.146	0.609				
PROMEDIO	0.762	0.785	0.683	1.261	0.811	0.180	0.091	0.059	0.044	0.036	0.054	0.197				
ACUMULADO	19.050	19.114	16.672	31.517	15.278	4.511	2.281	1.482	1.103	0.895	1.340	4.930				

	VALORES DE CAUDALES DE SUBCUENCA DE CHAULAN												MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE				
1989	0.002	0.039	0.148	1.600	0.710	0.269	0.143	0.086	0.059	0.044	0.048	0.074	0.002	1.600	0.273	3.282
1990	2.498	2.764	0.443	0.208	0.386	0.155	0.101	0.066	0.048	0.037	0.104	0.499	0.037	2.764	0.609	7.311
1991	0.755	0.279	0.226	0.296	0.249	0.172	0.153	0.097	0.064	0.047	0.052	0.040	0.040	0.755	0.203	2.431
1992	0.039	0.044	0.124	0.653	0.221	0.115	0.073	0.065	0.070	0.061	0.077	0.119	0.039	0.653	0.138	1.682
1993	0.083	0.058	0.098	0.591	0.539	0.208	0.110	0.070	0.050	0.0						

VALORES DE CAUDALES DE SUBCUENCA DE CHULLAY																
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
1989	0.001	0.004	0.001	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.004	0.001	0.009
1990	0.395	0.679	0.169	0.091	0.065	0.047	0.036	0.029	0.024	0.020	0.020	0.022	0.030	0.679	0.133	1.596
1991	0.019	0.016	0.015	0.014	0.012	0.011	0.010	0.009	0.008	0.008	0.009	0.007	0.007	0.015	0.012	0.140
1992	0.009	0.007	0.009	0.011	0.008	0.006	0.007	0.007	0.009	0.007	0.009	0.008	0.008	0.007	0.011	0.008
1993	0.007	0.007	0.007	0.014	0.010	0.009	0.008	0.009	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.014	0.008	0.056
1994	0.009	0.008	0.008	0.006	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	0.005	0.004	0.004	0.007	0.005	0.063
1995	0.004	0.004	0.005	0.009	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.009	0.005	0.061
1996	0.005	0.004	0.004	0.004	0.010	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.010	0.005	0.082
1997	0.004	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.008	0.005	0.057
1998	0.004	0.005	0.005	0.010	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.007	0.004	0.010	0.006	0.086
1999	0.005	0.007	0.013	0.032	0.023	0.019	0.017	0.015	0.013	0.013	0.011	0.010	0.005	0.032	0.015	0.178
2000	0.011	0.010	0.013	0.029	0.023	0.019	0.017	0.015	0.014	0.012	0.011	0.010	0.010	0.029	0.015	0.183
2001	0.033	0.067	0.050	0.046	0.043	0.033	0.027	0.022	0.019	0.017	0.015	0.241	0.015	0.241	0.052	0.621
2002	0.147	0.081	0.057	0.058	0.048	0.037	0.030	0.025	0.021	0.018	0.022	0.024	0.018	0.147	0.047	0.568
2003	0.019	0.017	0.016	0.016	0.014	0.013	0.011	0.010	0.010	0.009	0.011	0.010	0.009	0.019	0.013	0.155
2004	0.019	0.012	0.012	0.027	0.024	0.022	0.018	0.016	0.014	0.013	0.012	0.011	0.011	0.027	0.017	0.201
2005	0.017	0.015	0.024	0.027	0.021	0.018	0.016	0.014	0.013	0.012	0.011	0.011	0.011	0.027	0.017	0.199
2006	0.052	0.079	0.055	0.056	0.046	0.035	0.029	0.024	0.020	0.017	0.019	0.029	0.017	0.079	0.036	0.460
2007	0.026	0.023	0.020	0.018	0.016	0.014	0.013	0.011	0.010	0.010	0.023	0.018	0.010	0.026	0.017	0.201
2008	0.025	0.022	0.031	0.039	0.031	0.026	0.022	0.019	0.016	0.016	0.014	0.020	0.014	0.039	0.023	0.281
2009	0.031	0.063	0.052	0.050	0.062	0.046	0.035	0.029	0.024	0.020	0.018	0.015	0.015	0.063	0.036	0.452
2010	0.014	0.013	0.021	0.088	0.066	0.047	0.036	0.029	0.024	0.020	0.018	0.021	0.013	0.088	0.033	0.387
2011	0.017	0.017	0.015	0.030	0.025	0.022	0.019	0.016	0.014	0.013	0.015	0.014	0.013	0.030	0.018	0.219
2012	0.040	0.092	0.061	0.050	0.040	0.032	0.026	0.022	0.019	0.016	0.015	0.018	0.015	0.092	0.037	0.441
2013	0.159	0.119	0.078	0.141	0.124	0.074	0.051	0.039	0.031	0.026	0.022	0.021	0.021	0.159	0.074	0.986
MÍNIMO	0.001	0.004	0.001	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000				
MÁXIMO	0.398	0.678	0.169	0.141	0.124	0.074	0.051	0.039	0.031	0.026	0.023	0.241				
PROMEDIO	0.043	0.055	0.030	0.035	0.029	0.022	0.018	0.015	0.013	0.012	0.012	0.022				
ACUMULADO	1.077	1.379	0.752	0.905	0.735	0.557	0.453	0.383	0.335	0.296	0.303	0.540				

VALORES DE CAUDALES DE SUBCUENCA DE HUANCAPALLAC																
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	ACUMULADO
1989	0.002	0.036	0.094	0.757	0.446	0.164	0.094	0.084	0.048	0.036	0.049	0.073	0.002	0.757	0.155	1.685
1990	4.875	2.635	0.382	0.156	0.155	0.098	0.079	0.058	0.043	0.035	0.119	0.550	0.035	4.875	0.765	8.184
1991	0.755	0.275	0.153	0.095	0.066	0.049	0.039	0.032	0.027	0.023	0.043	0.034	0.033	0.755	0.133	1.584
1992	0.040	0.045	0.079	0.369	0.166	0.096	0.065	0.049	0.057	0.049	0.058	0.067	0.040	0.369	0.095	1.142
1993	0.050	0.040	0.071	0.453	0.510	0.222	0.125	0.078	0.056	0.044	0.038	0.146	0.038	0.510	0.153	1.833
1994	0.639	0.513	0.722	0.294	0.338	0.159	0.095	0.065	0.048	0.036	0.053	0.087	0.038	0.722	0.255	3.063
1995	0.082	0.088	0.107	0.588	0.338	0.140	0.084	0.059	0.045	0.036	0.030	0.027	0.027	0.588	0.135	1.615
1996	0.040	0.089	0.094	0.079	0.493	0.272	0.127	0.079	0.056	0.043	0.035	0.048	0.035	0.493	0.121	1.455
1997	0.059	0.112	0.222	0.211	0.119	0.076	0.055	0.042	0.035	0.029	0.028	0.024	0.024	0.222	0.084	1.007
1998	0.030	0.318	0.571	0.883	0.275	0.126	0.079	0.058	0.043	0.035	0.029	0.111	0.029	0.883	0.213	2.557
1999	0.160	0.323	1.369	3.952	0.930	0.206	0.109	0.072	0.052	0.046	0.039	0.044	0.039	3.952	0.575	6.915
2000	0.135	0.289	1.091	3.046	0.942	0.205	0.108	0.071	0.055	0.043	0.035	0.038	0.035	3.046	0.572	6.658
2001	0.239	2.201	0.879	0.750	0.880	0.235	0.116	0.075	0.054	0.042	0.038	0.902	0.038	2.201	0.534	6.408
2002	0.727	0.243	0.193	1.004	0.641	0.232	0.117	0.079	0.055	0.043	0.038	0.340	0.043	1.004	0.314	3.770
2003	0.155	0.112	0.129	0.336	0.428	0.157	0.091	0.063	0.047	0.038	0.040	0.114	0.038	0.428	0.143	1.715
2004	1.071	0.459	0.211	0.388	0.544	0.235	0.119	0.075	0.055	0.045	0.042	0.037	0.037	1.071	0.274	3.283
2005	0.208	0.925	0.998	1.423	0.469	0.163	0.093	0.064	0.050	0.040	0.044	0.050	0.040	1.423	0.376	4.517
2006	1.588	2.616	0.882	1.540	1.225	0.218	0.111	0.072	0.052	0.041	0.063	0.459	0.041	2.616	0.746	8.948
2007	0.705	0.789	0.242	0.197	0.147	0.091	0.053	0.047	0.037	0.031	0.031	0.174	0.031	0.789	0.219	2.524
2008	0.270	0.450	1.002	1.930	0.774	0.250	0.122	0.077	0.055	0.051	0.044	0.061	0.044	1.930	0.427	5.127
2009	0.327	1.875	1.302	1.408	1.554	0.428	0.155	0.093	0.063	0.047	0.044	0.049	0.044	1.875	0.617	7.404
2010	0.186	0.221	0.846	2.169	0.646	0.183	0.100	0.067	0.050	0.041	0.037	0.169	0.037	2.169	0.393	4.713
2011	0.320	0.645	0.823	2.432	1.201	0.242	0.122	0.077	0.055	0.042	0.144	0.247	0.042	2.432	0.628	6.351
2012	1.616	2.587	0.863	0.727	0.390	0.199	0.106	0.070	0.051	0.040	0.059	0.260	0.040	2.587	0.582	6.979
2013	4.583	1.186	1.421	3.717	1.058	0.233	0.119	0.079	0.061	0.050	0.048	0.063	0.048	4.583	1.051	12.807
MÍNIMO	0.002	0.036	0.071	0.078	0.066	0.048	0.039	0.032	0.027	0.023	0.028	0.024				
MÁXIMO	4.875	2.635	1.421	3.946	1.554	0.428	0.155	0.093	0.063	0.051	0.144	0.902				
PROMEDIO	0.751	0.783	0.593	1.175	0.590	0.188	0.100	0.066	0.050	0.040	0.054	0.171				
ACUMULADO	16.781	19.980	14.836	29.376	14.740	4.686	2.494	1.682	1.251	1.012	1.348	4.263				



## ANEXO 12

DEMANDA MENSUAL DE LA FUENTE HÍDRICA - CRÍTICO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA	3651.03	3651.03	3651.03	3661.03	3651.03	3661.03	3661.03	3661.03	3661.03	3661.03	3651.03	3651.03
DEMANDA (l/seg)	3651.03	3651.03	3651.03	3661.03	3651.03	3661.03	3661.03	3661.03	3661.03	3661.03	3651.03	3651.03

DESCRIPCIÓN	MESES												TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	43612.37
CAUDAL (l/seg)	3651.03	3651.03	3651.03	3661.03	3651.03	3661.03	3661.03	3661.03	3661.03	3661.03	3651.03	3651.03	76869530.14
DEMANDA (m3/d)	6519261.38	6096682.58	6519261.38	6308961.98	6519261.38	6308961.98	6519261.38	6519261.38	6308961.98	6519261.38	6308961.98	6519261.38	76869530.14
TOTAL MENSUAL (m3/d)	6519261.38	6096682.58	6519261.38	6308961.98	6519261.38	6308961.98	6519261.38	6519261.38	6308961.98	6519261.38	6308961.98	6519261.38	76869530.14

OFERTA MENSUAL DE LA FUENTE HÍDRICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE OFERTA	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	166.66	114.12	84.88	67.48	134.88	555.15
CAUDAL DE DISEÑO (l/seg)	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	166.66	114.12	84.88	67.48	134.88	555.15

DESCRIPCIÓN	MESES												TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	43612.37
CAUDAL (l/seg)	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.65	166.66	114.12	84.88	67.48	134.88	555.15	76869530.14
OFERTA (m3/d)	11011388.46	6749642.80	3685964.97	9883010.56	3380079.27	784488.10	443691.95	30584.35	219951.50	180738.83	349118.49	1488913.96	76869530.14
TOTAL MENSUAL (m3/d)	11011388.46	6749642.80	3685964.97	9883010.56	3380079.27	784488.10	443691.95	30584.35	219951.50	180738.83	349118.49	1488913.96	76869530.14

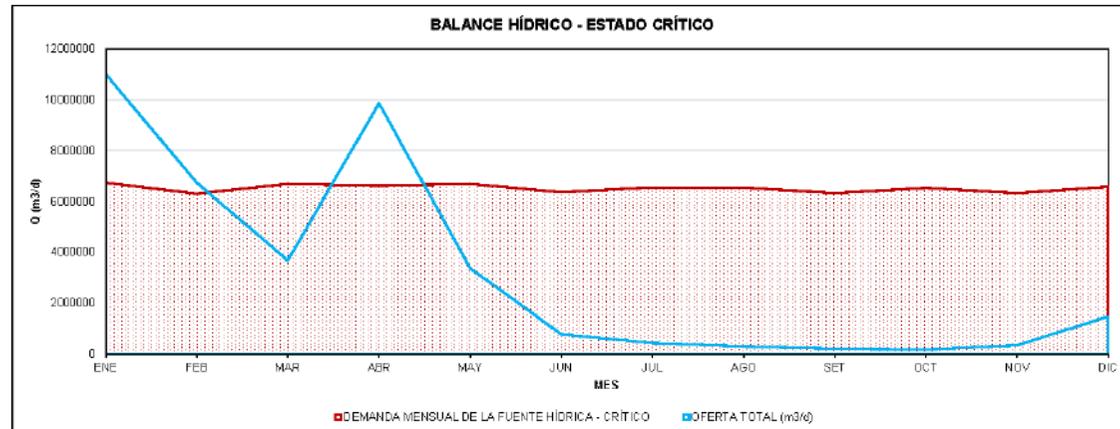
DEMANDA ECOLÓGICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA ECO	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.36	5.23	6.61	19.21
DEMANDA (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.36	5.23	6.61	19.21

DESCRIPCIÓN	MESES												TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	43612.37
CAUDAL (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.36	5.23	6.61	19.21	76869530.14
DEMANDA (m3/d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165780.94	64300.34	31573.40	21904.36	16446.94	14014.47	17123.47	51452.51	76869530.14
TOTAL MENSUAL (m3/d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165780.94	64300.34	31573.40	21904.36	16446.94	14014.47	17123.47	51452.51	76869530.14

BALANCE HÍDRICO - ESTADO CRÍTICO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
OFERTA TOTAL (m3/d)	11011388.46	6749642.80	3685964.97	9883010.56	3380079.27	784488.10	443691.95	30584.35	219951.50	180738.83	349118.49	1488913.96
DEMANDA POBLAC. (m3/d)	6519261.38	6096682.58	6519261.38	6308961.98	6519261.38	6308961.98	6519261.38	6519261.38	6308961.98	6519261.38	6308961.98	6519261.38
DEMANDA ECO. (m3/d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165780.94	64300.34	31573.40	21904.36	16446.94	14014.47	17123.47	51452.51
EQUILIBRIO (m3/d)	4279389.35	4497927.41	-3000439.15	3240289.61	-3304963.04	-573894.22	-6107162.83	-6236521.38	-6105477.41	-6362557.01	-5976966.96	-5083819.93



### ANEXO 13

DEMANDA MENSUAL DE LA FUENTE HÍDRICA - ESTÁNDAR												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA	1454.99	1454.98	1454.98	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99
DEMANDA (l/seg)	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99

DESCRIPCIÓN	MESES											TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	
#DÍAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99	1454.99
DEMANDA (m3/d)	2598034.83	2430419.68	2598034.83	2514227.25	2598034.83	2514227.25	2598034.83	2598034.83	2514227.25	2598034.83	2514227.25	2598034.83
TOTAL MENSUAL (m3/d)	<b>2598034.83</b>	<b>2430419.68</b>	<b>2598034.83</b>	<b>2514227.25</b>	<b>2598034.83</b>	<b>2514227.25</b>	<b>2598034.83</b>	<b>2598034.83</b>	<b>2514227.25</b>	<b>2598034.83</b>	<b>2514227.25</b>	<b>2598034.83</b>

OFERTA MENSUAL DE LA FUENTE HÍDRICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE OFERTA	4111.18	2683.82	1376.14	3005.17	1261.98	302.65	166.66	114.12	84.66	67.48	134.68	555.15
CAUDAL DE DISEÑO (l/seg)	4111.18	2683.82	1376.14	3005.17	1261.98	302.65	166.66	114.12	84.66	67.48	134.68	555.15

DESCRIPCIÓN	MESES											TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	
#DÍAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	4111.18	2683.82	1376.14	3005.17	1261.98	302.65	166.66	114.12	84.66	67.48	134.68	555.15
OFERTA (m3/d)	11011368.46	6749642.80	3665654.97	9663010.56	3360079.27	784468.10	443691.95	305664.35	219951.50	180739.83	349118.49	1466913.96
TOTAL MENSUAL (m3/d)	<b>11011368.46</b>	<b>6749642.80</b>	<b>3665654.97</b>	<b>9663010.56</b>	<b>3360079.27</b>	<b>784468.10</b>	<b>443691.95</b>	<b>305664.35</b>	<b>219951.50</b>	<b>180739.83</b>	<b>349118.49</b>	<b>1466913.96</b>

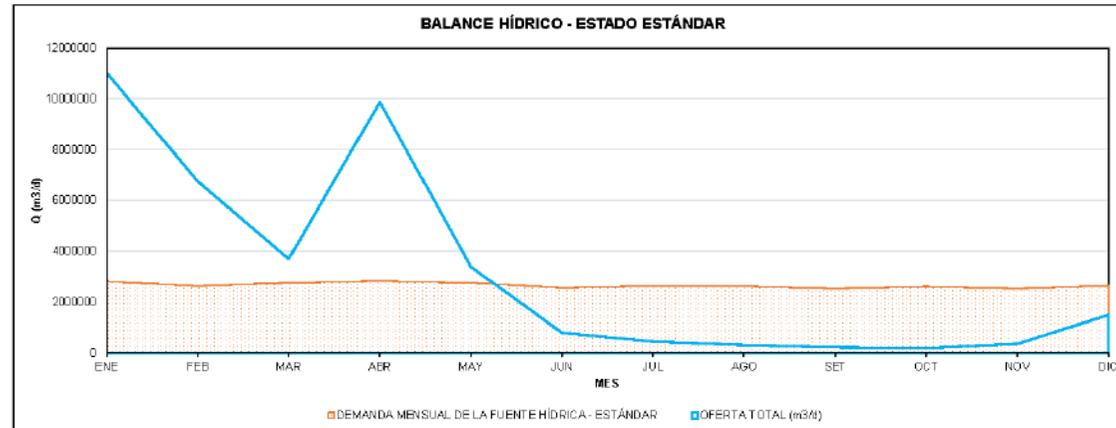
DEMANDA ECOLÓGICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA ECO.	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.36	5.23	6.61	19.21
DEMANDA (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.36	5.23	6.61	19.21

DESCRIPCIÓN	MESES											TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	
#DÍAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
CAUDAL (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.36	5.23	6.61	19.21
DEMANDA (m3/d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165790.94	54380.34	31573.40	21904.36	18446.94	14014.47	17123.47	51452.51
TOTAL MENSUAL (m3/d)	<b>212737.73</b>	<b>205032.80</b>	<b>167012.74</b>	<b>313738.97</b>	<b>165790.94</b>	<b>54380.34</b>	<b>31573.40</b>	<b>21904.36</b>	<b>18446.94</b>	<b>14014.47</b>	<b>17123.47</b>	<b>51452.51</b>

BALANCE HÍDRICO - ESTADO ESTÁNDAR												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
OFERTA TOTAL (m3/d)	11011368.46	6749642.80	3665654.97	9663010.56	3360079.27	784468.10	443691.95	305664.35	219951.50	180739.83	349118.49	1466913.96
DEMANDA POBL.C. (m3/d)	2598034.83	2430419.68	2598034.83	2514227.25	2598034.83	2514227.25	2598034.83	2598034.83	2514227.25	2598034.83	2514227.25	2598034.83
DEMANDA ECO. (m3/d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165790.94	54380.34	31573.40	21904.36	18446.94	14014.47	17123.47	51452.51
EQUILIBRIO (m3/d)	8200615.91	4114190.32	920807.41	7035044.34	816253.61	-1784139.49	-2189316.28	-2314274.82	-2510722.68	-2431310.46	-2182292.23	-1162673.38



## ANEXO 14

DEMANDA MENSUAL DE LA FUENTE HIDRICA - MINIMO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74
DEMANDA (l/seg)	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74

DESCRIPCIÓN	MESES												TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	9020.92
CAUDAL (l/seg)	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	751.74	16847949.11
DEMANDA (m3/d)	1342312.63	1255711.81	1342312.63	1299012.22	1342312.63	1299012.22	1342312.63	1342312.63	1299012.22	1342312.63	1299012.22	1342312.63	
<b>TOTAL MENSUAL (m3/s)</b>	<b>1342312.63</b>	<b>1255711.81</b>	<b>1342312.63</b>	<b>1299012.22</b>	<b>1342312.63</b>	<b>1299012.22</b>	<b>1342312.63</b>	<b>1342312.63</b>	<b>1299012.22</b>	<b>1342312.63</b>	<b>1299012.22</b>	<b>1342312.63</b>	

OFERTA MENSUAL DE LA FUENTE HIDRICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE OFERTA	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.85	165.55	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15
CAUDAL DE DISEÑO l/seg]	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.85	165.55	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15

DESCRIPCIÓN	MESES												TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	9020.92
CAUDAL (l/seg)	4111.18	2693.82	1376.14	3805.17	1261.98	302.85	165.55	114.12	84.86	67.48	134.69	555.15	16847949.11
OFERTA (m3/d)	11011389.46	6749642.80	3695954.97	9863010.56	3390792.27	784468.10	443691.95	305664.35	219551.50	180739.83	349118.48	1486913.96	
<b>TOTAL MENSUAL (m3/s)</b>	<b>11011389.46</b>	<b>6749642.80</b>	<b>3695954.97</b>	<b>9863010.56</b>	<b>3390792.27</b>	<b>784468.10</b>	<b>443691.95</b>	<b>305664.35</b>	<b>219551.50</b>	<b>180739.83</b>	<b>349118.48</b>	<b>1486913.96</b>	

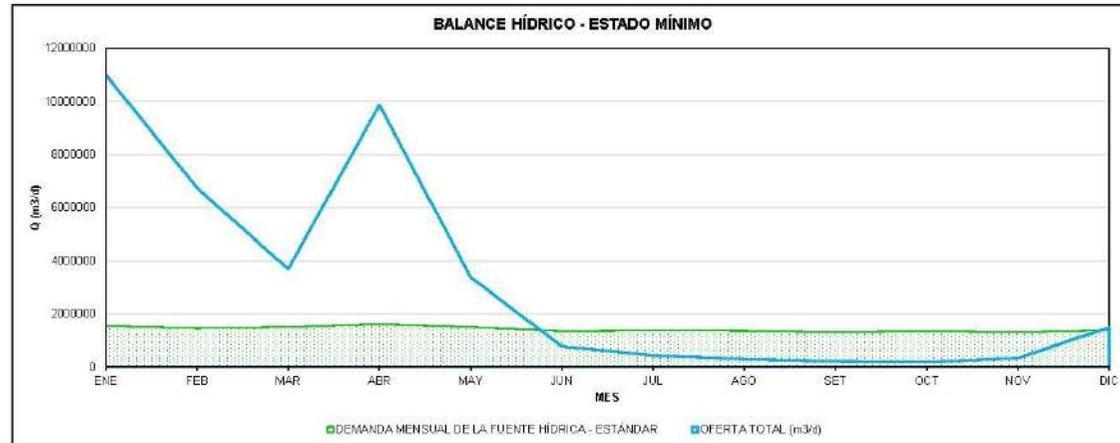
DEMANDA ECOLOGICA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q DE DEMANDA ECO	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.36	5.23	6.81	19.21
DEMANDA (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.36	5.23	6.81	19.21

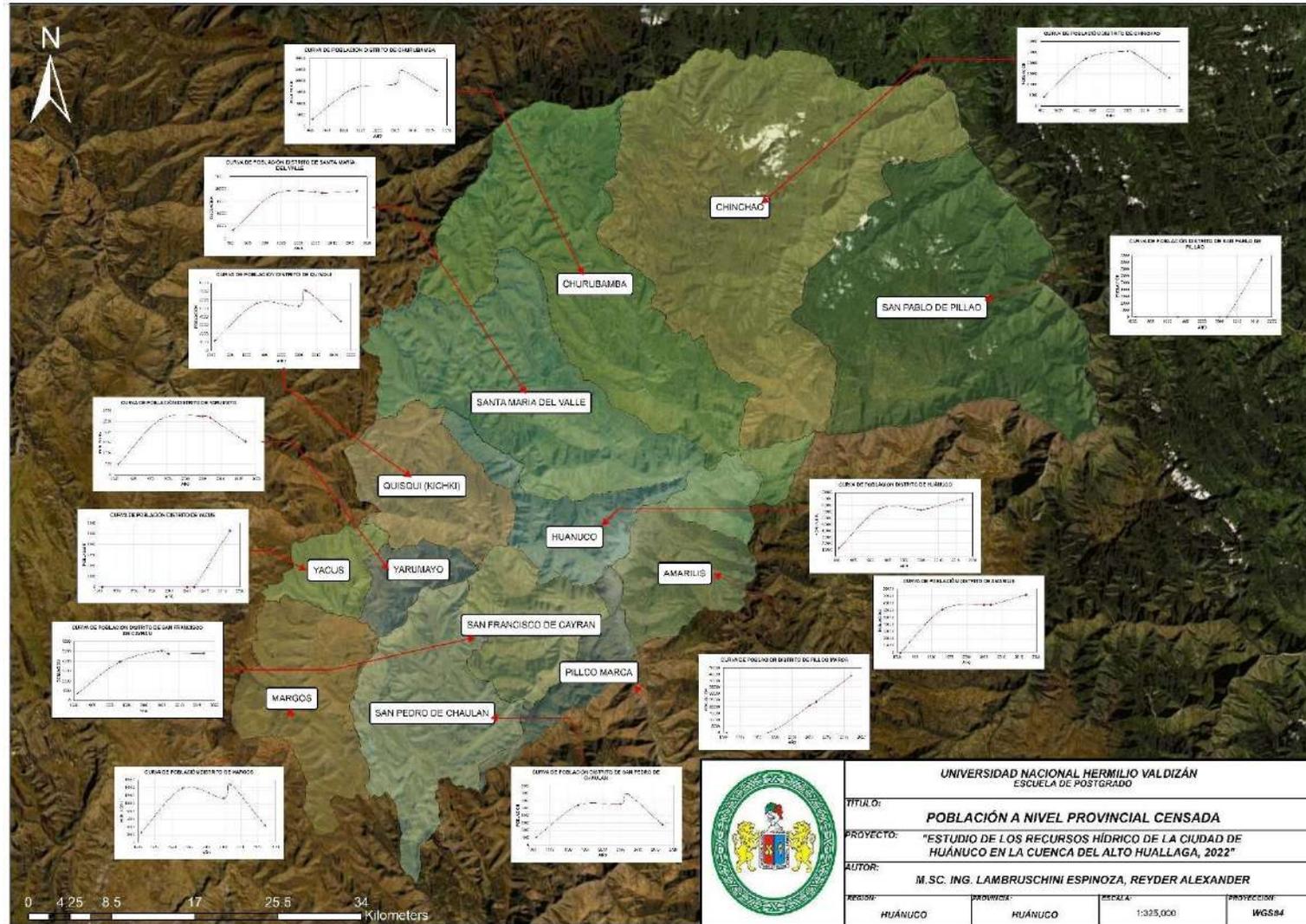
DESCRIPCIÓN	MESES												TOTAL ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
#DIAS	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	9020.92
CAUDAL (l/seg)	79.43	81.83	62.36	121.04	61.90	20.98	11.79	8.18	6.36	5.23	6.81	19.21	16847949.11
DEMANDA (m3/d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165790.94	54300.34	31573.40	21904.36	16446.94	14014.47	17123.47	51462.61	
<b>TOTAL MENSUAL (m3/s)</b>	<b>212737.73</b>	<b>205032.80</b>	<b>167012.74</b>	<b>313738.97</b>	<b>165790.94</b>	<b>54300.34</b>	<b>31573.40</b>	<b>21904.36</b>	<b>16446.94</b>	<b>14014.47</b>	<b>17123.47</b>	<b>51462.61</b>	

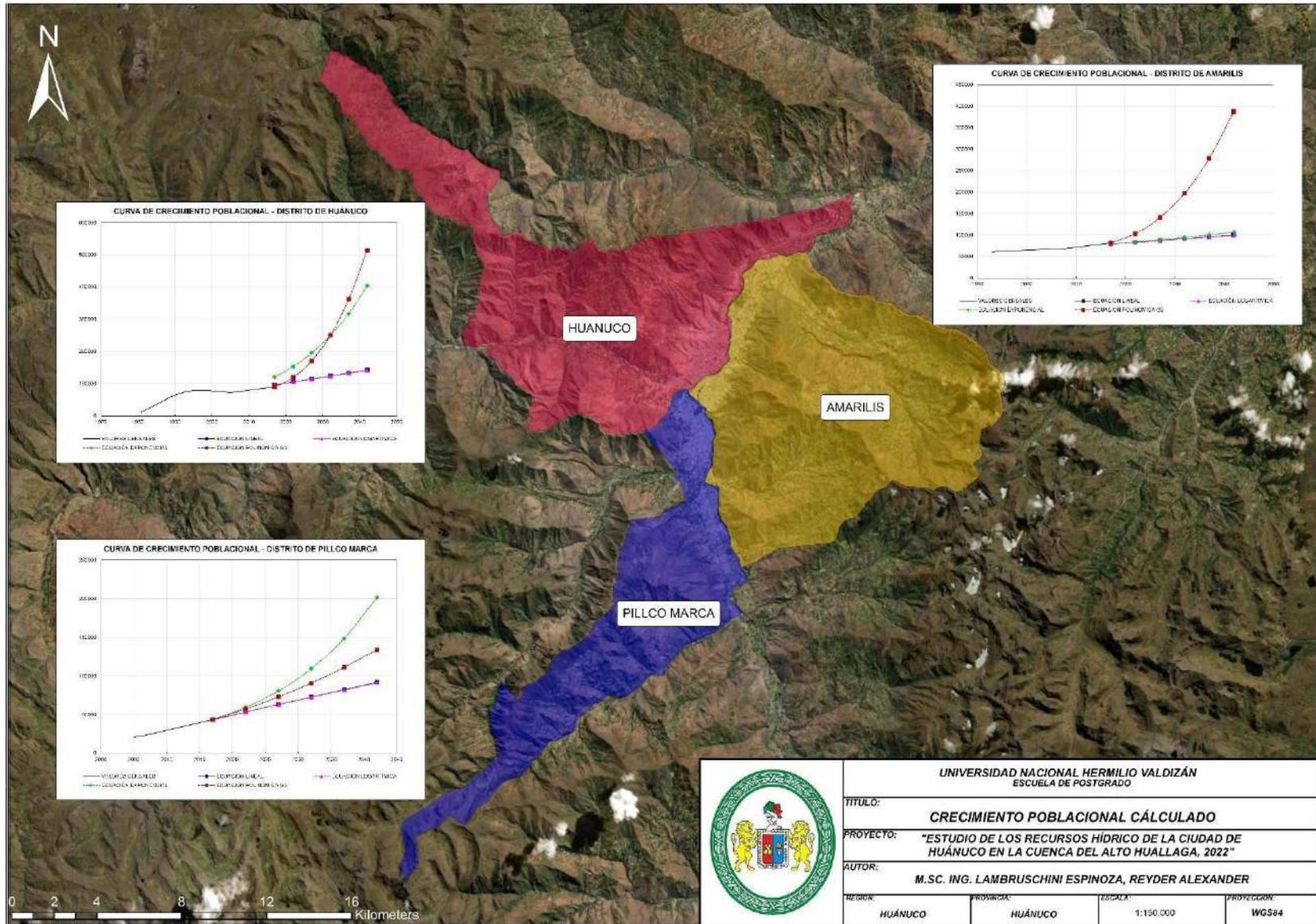
  

BALANCE HIDRICO - ESTADO MINIMO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
OFERTA TOTAL (m3/d)	11011389.46	6749642.80	3695954.97	9863010.56	3390792.27	784468.10	443691.95	305664.35	219551.50	180739.83	349118.48	1486913.96
DEMANDA POBLAC. (m3/d)	1342312.63	1255711.81	1342312.63	1289012.22	1342312.63	1299012.22	1342312.63	1342312.63	1299012.22	1342312.63	1299012.22	1342312.63
DEMANDA ECO. (m3/d)	212737.73	205032.80	167012.74	313738.97	165790.94	54300.34	31573.40	21904.36	16446.94	14014.47	17123.47	51462.61
<b>EQUILIBRIO (m3/d)</b>	<b>9496338.10</b>	<b>5289898.19</b>	<b>2176529.60</b>	<b>8250259.36</b>	<b>1871975.71</b>	<b>-568924.46</b>	<b>-890194.08</b>	<b>-1086552.63</b>	<b>-1095507.65</b>	<b>-1175588.26</b>	<b>-967017.20</b>	<b>89148.82</b>

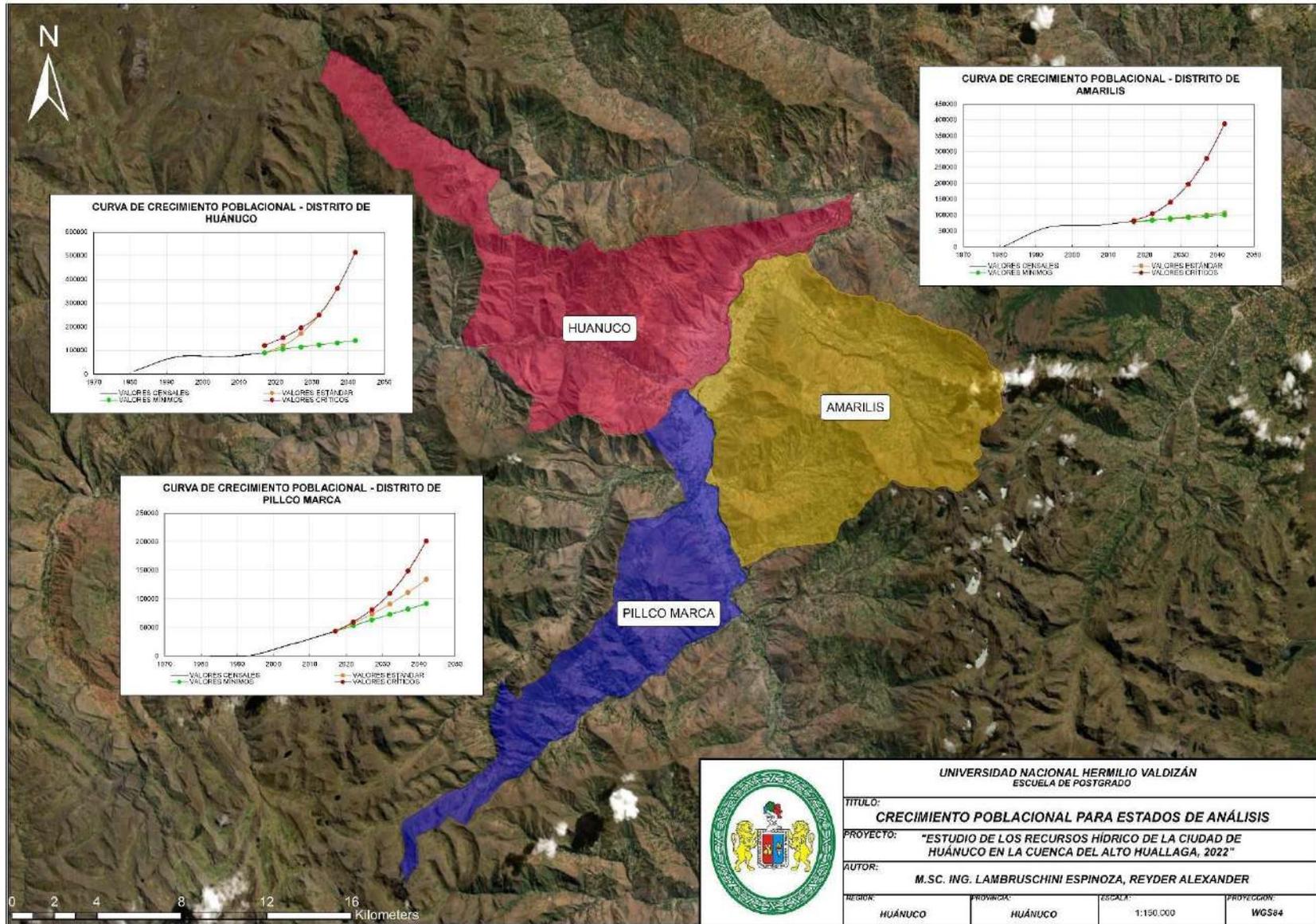


ANEXO 15

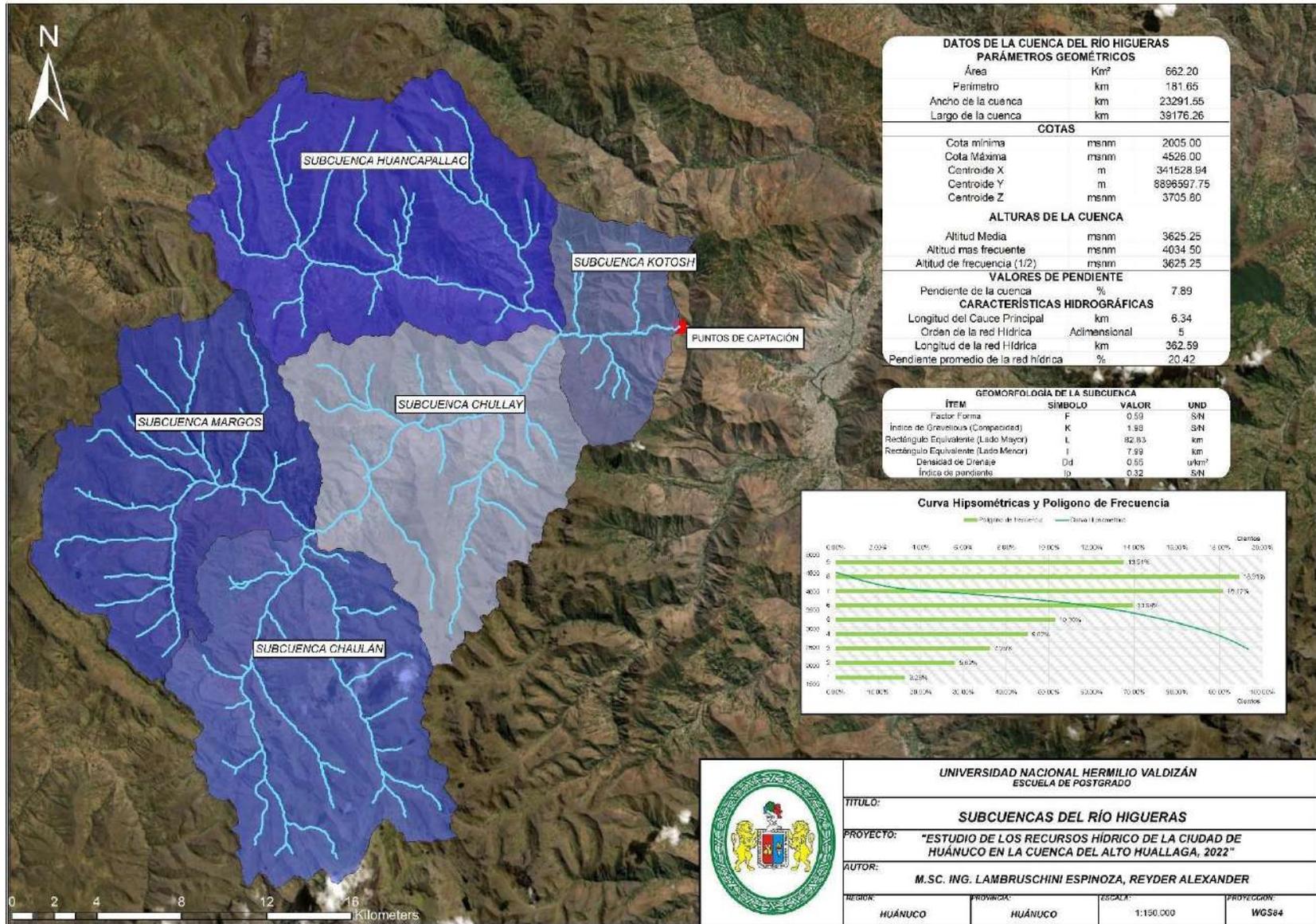




<b>UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZÁN</b> ESCUELA DE POSTGRADO			
<b>TÍTULO:</b> CRECIMIENTO POBLACIONAL CÁLCULADO			
<b>PROYECTO:</b> "ESTUDIO DE LOS RECURSOS HÍDRICO DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EN LA CUENCA DEL ALTO HUALLAGA, 2022"			
<b>AUTOR:</b> M.SC. ING. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER			
<b>REGIÓN:</b> HUÁNUCO	<b>PROVINCIA:</b> HUÁNUCO	<b>ESCALA:</b> 1:150,000	<b>PROYECCIÓN:</b> WGS84

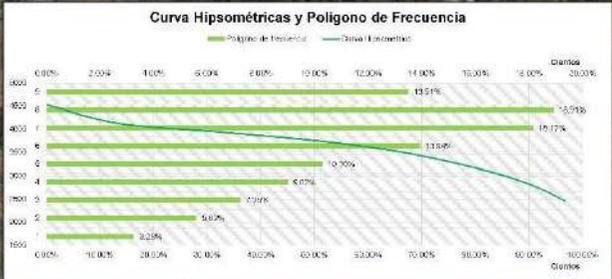


<b>UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZÁN</b> ESCUELA DE POSTGRADO			
<b>TÍTULO:</b> CRECIMIENTO POBLACIONAL PARA ESTADOS DE ANÁLISIS			
<b>PROYECTO:</b> "ESTUDIO DE LOS RECURSOS HÍDRICO DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EN LA CUENCA DEL ALTO HUALLAGA, 2022"			
<b>AUTOR:</b> M.SC. ING. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER			
<b>REGIÓN:</b> HUÁNUCO	<b>PROVINCIA:</b> HUÁNUCO	<b>ESCALA:</b> 1:150,000	<b>PROYECCIÓN:</b> WGS84

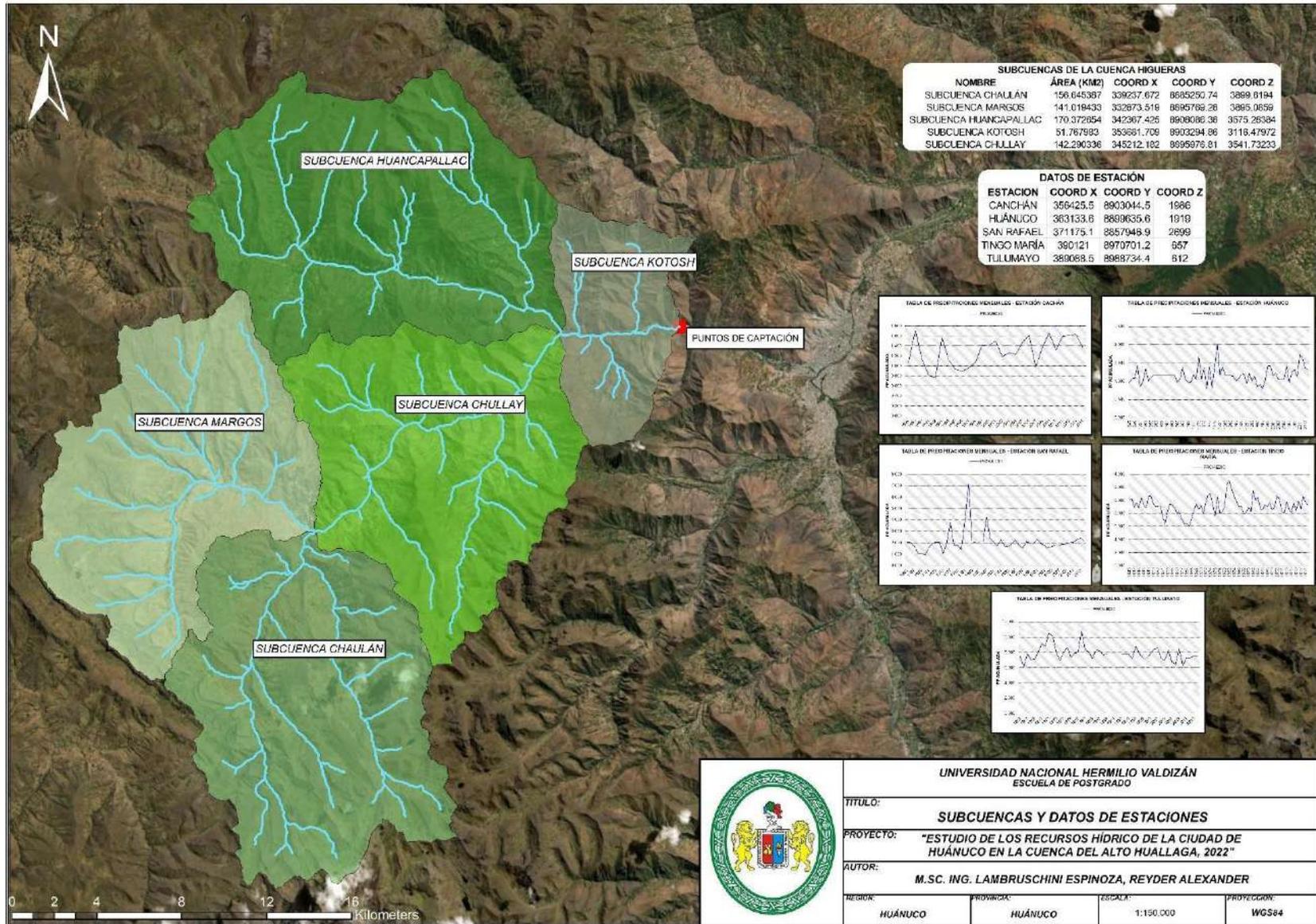


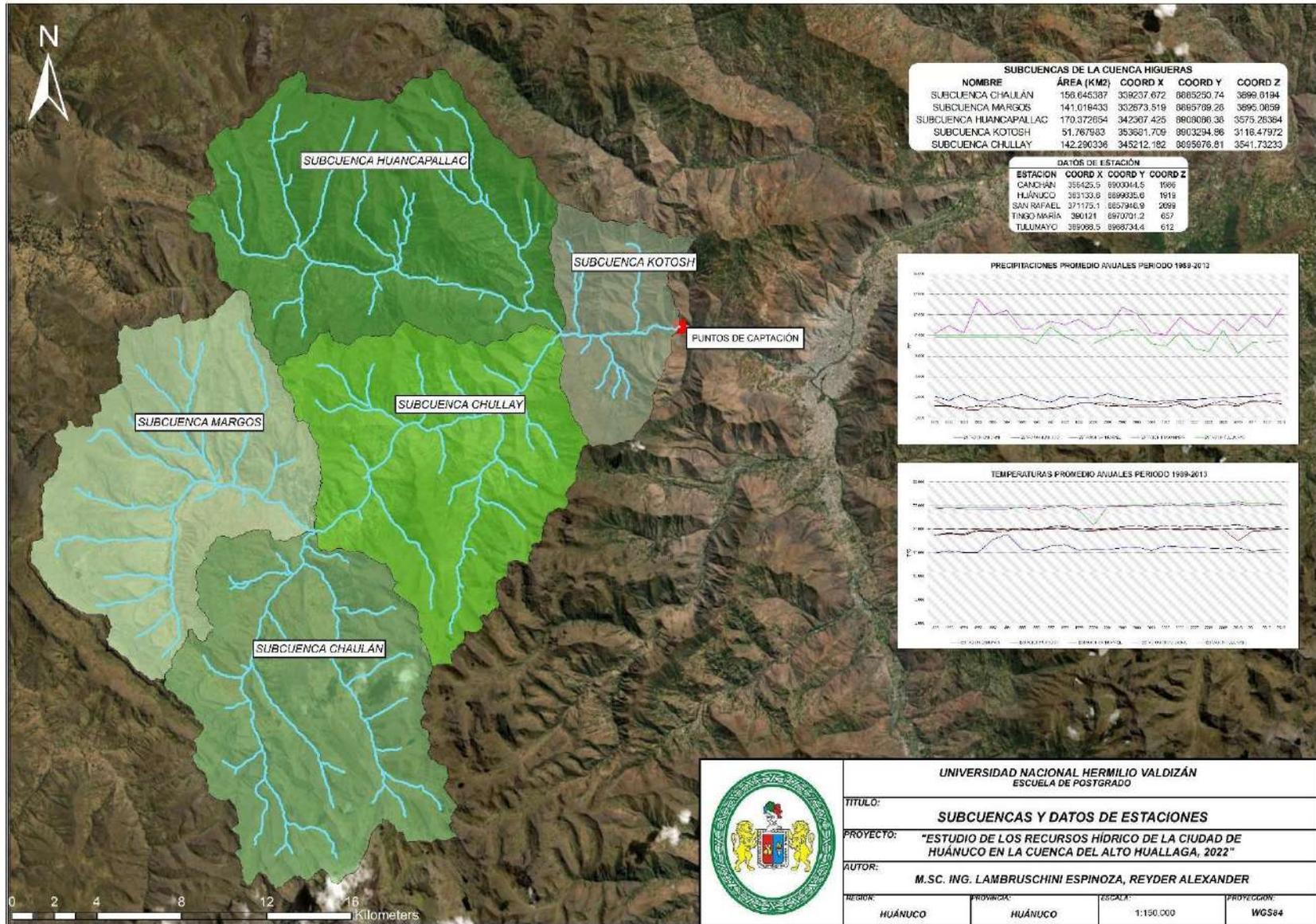
DATOS DE LA CUENCA DEL RÍO HIGUERAS		
PARÁMETROS GEOMÉTRICOS		
Área	Km <sup>2</sup>	662.20
Perímetro	km	181.65
Ancho de la cuenca	km	23291.55
Largo de la cuenca	km	39176.26
COTAS		
Cota mínima	msnm	2005.00
Cota Máxima	msnm	4526.00
Centroide X	m	341528.94
Centroide Y	m	8896597.75
Centroide Z	msnm	3705.80
ALTURAS DE LA CUENCA		
Altitud Media	msnm	3625.25
Altitud mas frecuente	msnm	4034.50
Altitud de frecuencia (1/2)	msnm	3625.25
VALORES DE PENDIENTE		
Pendiente de la cuenca	%	7.89
CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS		
Longitud del Cauce Principal	km	6.34
Orden de la red Hídrica	Azimensional	5
Longitud de la red Hídrica	km	362.59
Pendiente promedio de la red hídrica	%	20.42

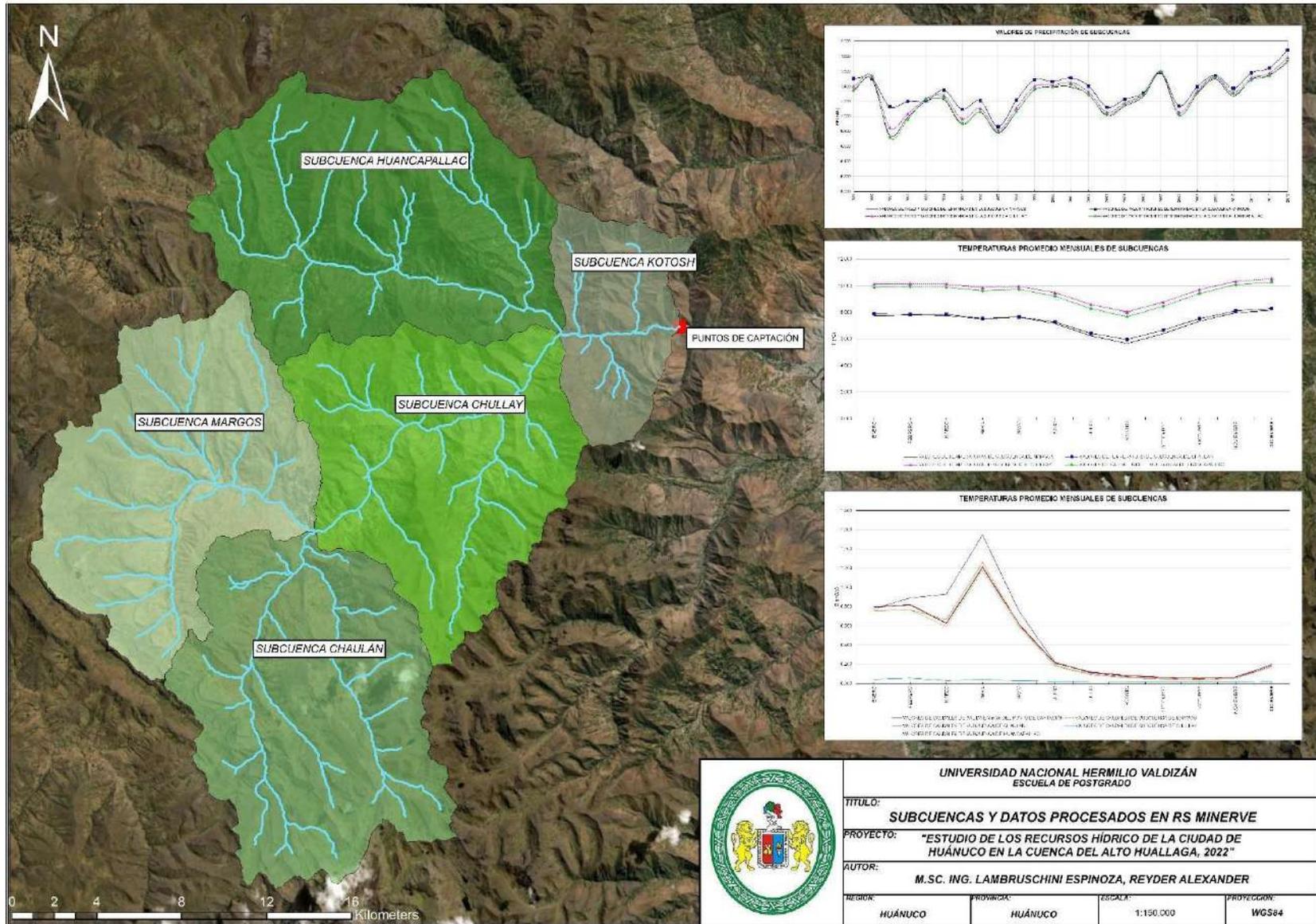
GEOMORFOLOGÍA DE LA SUBCUENCA			
ÍTEM	SÍMBOLO	VALOR	UND
Factor Forma	F	0.59	S/N
Índice de Gravelius (Compacidad)	K	1.99	S/N
Rectángulo Equivalente (Lado Mayor)	L	82.93	km
Rectángulo Equivalente (Lado Menor)	I	7.99	km
Densidad de Drenaje	Dd	0.55	u/km <sup>2</sup>
Índice de pendiente	Dp	0.32	S/N



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZÁN</b> ESCUELA DE POSTGRADO		
	<b>TÍTULO:</b> SUBCUENCAS DEL RÍO HIGUERAS		
	<b>PROYECTO:</b> "ESTUDIO DE LOS RECURSOS HÍDRICO DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EN LA CUENCA DEL ALTO HUALLAGA, 2022"		
	<b>AUTOR:</b> M.SC. ING. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
<b>REGIÓN:</b> HUÁNUCO	<b>PROVINCIA:</b> HUÁNUCO	<b>ESCALA:</b> 1:150,000	<b>PROYECTO:</b> WGS84







## NOTA BIOGRÁFICA



### Reyder Alexander Lambruschini Espinoza.

---

Destacado profesional con una sólida formación académica y una amplia experiencia en el campo de la ingeniería. Posee una maestría en ingeniería hidráulica y medio ambiente, lo que le ha permitido desarrollar una profunda comprensión de los aspectos clave relacionados con el agua y su interacción con el entorno.

Su pasión por la geotécnica y geomecánica lo ha llevado a convertirse en un experto en la materia, siendo reconocido por su habilidad para abordar desafíos geotécnicos complejos en proyectos de construcción y desarrollo de infraestructuras.

Además de su destacada trayectoria en el ámbito profesional, también ha dejado huella como docente universitario e investigador. Su compromiso con la educación y el avance del conocimiento se refleja en su participación como ponente en numerosos congresos y conferencias, donde comparte sus ideas y descubrimientos con la comunidad académica y profesional.

No solo se ha destacado en el ámbito técnico, sino que también ha demostrado ser un emprendedor exitoso en la industria de la construcción. Su visión y liderazgo han sido fundamentales para el crecimiento y éxito de su empresa, contribuyendo significativamente al desarrollo y transformación de su ciudad natal.

A pesar de sus logros y ocupada agenda, siempre ha mantenido su amor por la ciudad donde creció. Su arraigo a sus raíces se refleja en su constante compromiso con proyectos que buscan mejorar la calidad de vida de sus habitantes y preservar el entorno natural.

Sin embargo, lo que verdaderamente lo define, es su amor inquebrantable por su familia y su profunda fe en Dios. Estos valores fundamentales guían su vida y su trabajo, sirviendo como fuente de inspiración y fortaleza en todos sus empeños.

En resumen, el Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza es un individuo excepcional cuya pasión por la ingeniería, el conocimiento, el emprendimiento, su ciudad natal y sus valores personales lo convierten en un modelo a seguir y un verdadero ejemplo de éxito y dedicación.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILLO VALDIZAM  
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 099-2019-SUNEDU/CD



Huánuco - Perú

ESCUELA DE POSGRADO

Campus Universitario, Pabellón V "A" 2do. Piso - Cayhuayna  
Teléfono 514760 - Pág. Web. [www.posgrado.unheval.edu.pe](http://www.posgrado.unheval.edu.pe)



## ACTA DE DEFENSA DE TESIS DE DOCTOR

En la Plataforma Microsoft Teams de la Escuela de Posgrado; siendo las 19:30h, del día jueves 22 DE SETIEMBRE DE 2023; el aspirante al Grado de Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Don Reyder Alexander LAMBRUSCHINI ESPINOZA, procedió al acto de Defensa de su Tesis titulado: "ESTUDIO DE LOS RECURSOS HÍDRICO DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EN LA CUENCA DEL ALTO HUALLAGA, 2022" ante los miembros del Jurado de Tesis señores:

Dra. Digna Amabilia MANRIQUE DE LARA SUÁREZ	Presidenta
Dr. Pedro David CORDOVA TRUJILLO	Secretario
Dr. Ruben Max ROJAS PORTAL	Vocal
Dr. Antonio CORNEJO Y MALDONADO	Vocal
Dr. Zosimo Pedro JACHA AYALA	Vocal

Asesor (a) de tesis: Dr. Javier Gorzalo LOPEZ Y MORALES (Resolución N° 0323-2022-UNHEVAL/EPG-D)

Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación de la aspirante a Doctor, teniendo presente los criterios siguientes:

- Presentación personal.
- Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y solución a un problema social y recomendaciones.
- Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente.
- Dicción y dominio de escenario.

Así mismo, el Jurado planteó a la tesis las observaciones siguientes:

Obteniendo en consecuencia la Doctorando la Nota de Diecisiete (17)  
Equivalente a Muy Bueno, por lo que se declara Aprobado  
(Aprobado o desaprobado)

Los miembros del Jurado firman la presente ACTA en señal de conformidad, en Huánuco, siendo las 21:15... horas del 22 de setiembre de 2023.

  
PRESIDENTE  
DNI N° 26927959

  
SECRETARIO  
DNI N° 22465210

  
VOCAL  
DNI N° 0654922

  
VOCAL  
DNI N° 02957959

  
VOCAL  
DNI N° 2240774

Leyenda:  
19 a 20: Excelente  
17 a 18: Muy Bueno  
14 a 16: Bueno

(Resolución N° 00226-2023-UNHEVAL/EPG-D)



**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**



**ESCUELA DE POSGRADO**

## **CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD**

*La que suscribe:*

***Dra. Digna Amabilia Manrique de Lara Suarez***

### **HACE CONSTAR:**

*Que, la tesis titulada: “ESTUDIO DE LOS RECURSOS HÍDRICO DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EN LA CUENCA DEL ALTO HUALLAGA, 2022”, realizado por el Doctorando en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, **Reyder Alexander LAMBRUSCHINI ESPINOZA**, cuenta con un índice de similitud del 7%, verificable en el Reporte de Originalidad del software Turnitin. Luego del análisis se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio; por lo expuesto, la Tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias, además de no superar el 20,0% establecido en el Art. 233° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado Modificado de la UNHEVAL (Resolución Consejo Universitario N° 0720-2021-UNHEVAL, del 29.NOV.2021).*

*Cayhuayna, 07 de setiembre de 2023.*



***Dra. Digna Amabilia Manrique de Lara Suarez***  
***DIRECTORA DE LA ESCUELA DE POSGRADO***

NOMBRE DEL TRABAJO

**ESTUDIO DE LOS RECURSOS HÍDRICO D  
E LA CIUDAD DE HUÁNUCO EN LA CUEN  
CA DEL ALTO HUALLAGA, 2022**

AUTOR

**REYDER ALEXANDER LAMBRUSCHINI ES  
PINOZA**

RECuento de palabras

**22370 Words**

RECuento de caracteres

**117085 Characters**

RECuento de páginas

**111 Pages**

Tamaño del archivo

**6.6MB**

Fecha de entrega

**Sep 7, 2023 5:01 PM GMT-5**

Fecha del informe

**Sep 7, 2023 5:03 PM GMT-5**

● **7% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

<b>Pregrado</b>	<b>Segunda Especialidad</b>	<b>Posgrado:</b>	<b>Maestría</b>	<b>Doctorado</b>	<b>X</b>
-----------------	-----------------------------	------------------	-----------------	------------------	----------

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Facultad</b>	
<b>Escuela Profesional</b>	
<b>Carrera Profesional</b>	
<b>Grado que otorga</b>	
<b>Título que otorga</b>	

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Facultad</b>	
<b>Nombre del programa</b>	
<b>Título que Otorga</b>	

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Nombre del Programa de estudio</b>	MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
<b>Grado que otorga</b>	DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

<b>Apellidos y Nombres:</b>	LAMBRUSCHINI ESPINOZA REYDER ALEXANDER							
<b>Tipo de Documento:</b>	<b>DNI</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Pasaporte</b>	<input type="checkbox"/>	<b>C.E.</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Nro. de Celular:</b>	962527898
<b>Nro. de Documento:</b>	45250659				<b>Correo Electrónico:</b>	ralambruschinie@epgunheval.edu.pe		

<b>Apellidos y Nombres:</b>								
<b>Tipo de Documento:</b>	<b>DNI</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Pasaporte</b>	<input type="checkbox"/>	<b>C.E.</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Nro. de Celular:</b>	
<b>Nro. de Documento:</b>					<b>Correo Electrónico:</b>			

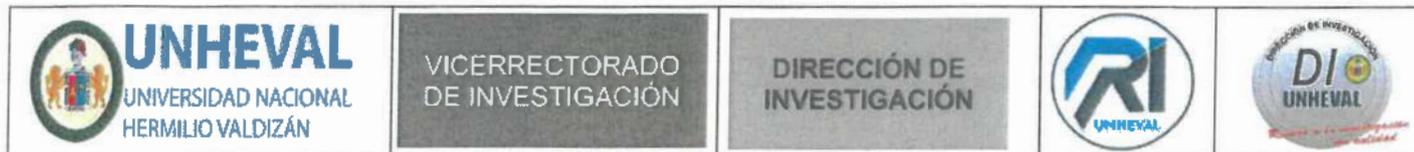
<b>Apellidos y Nombres:</b>								
<b>Tipo de Documento:</b>	<b>DNI</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Pasaporte</b>	<input type="checkbox"/>	<b>C.E.</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Nro. de Celular:</b>	
<b>Nro. de Documento:</b>					<b>Correo Electrónico:</b>			

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

<b>¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)</b>							<b>SI</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Apellidos y Nombres:</b>	LOPEZ Y MORALES JAVIER GONZALO					<b>ORCID ID:</b>	0000-0001-8408-6451			
<b>Tipo de Documento:</b>	<b>DNI</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Pasaporte</b>	<input type="checkbox"/>	<b>C.E.</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Nro. de documento:</b>	22416811		

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

<b>Presidente:</b>	MANRIQUE DE LAARA SUAREZ DIGNA AMABILIA
<b>Secretario:</b>	CORDOVA TRUJILLO PEDRO DAVID
<b>Vocal:</b>	ROJAS PORTAL RUBEN MAX
<b>Vocal:</b>	CORNEJO Y MALDONADO ANTONIO
<b>Vocal:</b>	JACHA AYALA ZOSIMO PEDRO
<b>Accesitario</b>	


**5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los datos requeridos completos)**

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
ESTUDIO DE LOS RECURSOS HÍDRICO DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EN LA CUENCA DEL ALTO HUALLAGA, 2022
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

**6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los datos requeridos completos)**

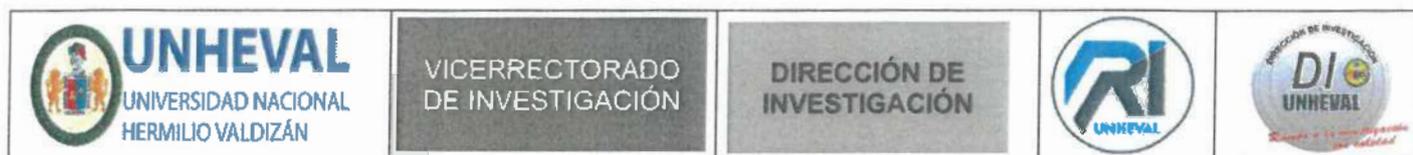
Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la información en el Acta de Sustentación)		2023
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis <input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo
	Trabajo de Investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
	Trabajo Académico	Otros (especifique modalidad)

Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	DISPONIBILIDAD HÍDRICA	HIGUERAS	DEMANDA
--	------------------------	----------	---------

Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	Condición Cerrada (*)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Con Período de Embargo (*)	Fecha de Fin de Embargo:	

¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (yo sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):	SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Información de la Agencia Patrocinadora:			

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.



### 7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo Indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma:			
Apellidos y Nombres:	LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		Huella Digital
DNI:	45250659		
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Fecha: 02/02/2024			

### Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibrí**, tamaño de fuente **09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.