

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**Inventario de los recursos hídricos superficiales en la Sub  
Cuenca Yucaes margen derecha-Ayacucho 2016**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**PRESENTADO POR:  
Jorge Luis Cuba Cabrera**

**Ayacucho - Perú**

**2017**

*A Dios por darme el valor y fuerza  
necesaria en los momentos más difíciles.*

*A mis padres Rosa y Luis Por darme la  
vida y creer en mí, por la motivación  
constante que me ha permitido ser una  
persona de bien, por los inagotables  
sacrificios realizados y por su incansable  
apoyo para hacer realidad mi formación  
profesional pero más que nada, por su  
amor.*

*A mis hermanos Maricruz y Leddy, por  
estar conmigo y apoyarme siempre.*

*A mi alma gemela Maybi por haberme  
apoyado incondicionalmente en cada  
momento en la realización de esta meta.*

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater en mi formación académica.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por haberme acogido durante mi formación profesional.
- A mi asesor Ing. Carlos A. Castañeda Esquén, quien me apoyó en la asesoría y dudas presentadas en el transcurso de la realización de este proyecto.
- A los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Agrícola quienes me brindaron e inculcaron sus conocimientos.

## INDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria .....	i
Agradecimientos .....	ii
Índice general .....	iii
Resumen .....	1
INTRODUCCIÓN .....	3
<b>CAPITULO I. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
1.1. Antecedentes .....	5
1.2. Cuenca hidrográfica .....	5
1.2.1. Definición .....	5
1.2.2. Tamaño de la cuenca .....	6
1.2.3. Delimitación de la cuenca .....	7
1.2.4. Caracterización de la cuenca .....	7
1.2.5. Área de la cuenca .....	7
1.2.6. Perímetro de la cuenca .....	8
1.2.7. Parámetros asociados a la longitud por Villarroel (2012) .....	8
1.2.8. Forma de la cuenca .....	8
1.2.9. Relieve y altitud de la cuenca .....	10
1.2.10. Red de drenaje de la cuenca .....	13
1.2.11. Tiempo de concentración de la cuenca .....	13
1.3. Siembra y cosecha de agua .....	14
1.3.1. Terraza agrícola .....	14
1.3.2. Tipos de terraza .....	15
1.3.3. Zanjias de infiltración .....	16
1.4. Generación y sistematización hidrológica utilizando ArcGis .....	17
1.4.1. Modelo de elevación digital .....	18
1.5. Métodos de aforo .....	19
1.5.1. Método usando dispositivos especiales tales como .....	19
1.5.2. Método usando orificios .....	19
1.5.3. Método usando el correntómetro .....	20
1.5.4. Método usando limnógrafo o limnómetro .....	20

1.5.5. Método del flotador .....	20
1.6. Metodología Pfafstetter .....	20
1.7. Río .....	21
1.7.1. Tipos de ríos .....	22
1.8. Cuencas de los ríos .....	23
1.9. Quebrada .....	23
1.10. Laguna .....	23
1.11. Manantial .....	24
1.11.1. Clasificación .....	25
1.12. Aguas de recuperación o drenaje .....	25
1.13. GPS .....	25
1.14. Nombre de fuente .....	25
1.15. Distrito de riego .....	26
1.16. Coordenadas UTM Norte – Y (m) y Coordenadas UTM Este – X (m) .....	26
1.17. Altitud (m.s.n.m.) .....	26
1.18. Área de superficie libre de agua (m <sup>2</sup> ) .....	26
1.19. Almacenamiento máximo (Hm <sup>3</sup> ) .....	26
1.20. Almacenamiento útil (Hm <sup>3</sup> ) .....	26
1.21. Caudal de salida (l/s) (de una laguna o embalse) .....	27
1.22. Tipo de aforo .....	27
1.23. Aforo de caudal .....	27
1.24. Altura de presa (m) .....	27
1.25. Presa rustica .....	27
1.26. Presa de concreto .....	27
1.27. Presa de tierra .....	27
1.28. Profundidad media (m) (de una laguna o embalse) .....	28
1.29. Longitud de corona (m) .....	28
1.30. Presa de mampostería piedra .....	28
1.31. Manantial de filtración .....	28
1.32. Manantial de fisura .....	28
1.33. Manantial de ladera .....	28
1.34. Manantial de piso .....	28

1.35. Manantial de fondo de valle .....	29
1.36. Ancho de cauce mínimo (m) .....	29
1.37. Ancho de cauce máximo (m) .....	29
1.38. Altura del cauce mínimo (m) .....	29
1.39. Altura del cauce máxima (m) .....	29
1.40. Caudal continuo (l/s) .....	29
1.41. Caudal esporádico (l/s) .....	29
1.42. Tipo de uso .....	29
1.43. Tipo de derecho .....	30
<b>CAPITULO II. METODOLOGIA .....</b>	<b>31</b>
2.1. Ubicación de la zona de estudio .....	31
2.2. Materiales, equipos y métodos .....	33
<b>CAPITULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
<b>CAPITULO IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>57</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>63</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

	pág.
Tabla 1.1. Tamaño de la cuenca .....	6
Tabla 1.2. Clasificación de cuencas según área .....	6
Tabla 1.3. Clasificación según la pendiente .....	12
Tabla 1.4. Clasificación según la densidad de drenaje.....	13
Tabla 1.5. Criterios de diseño según la pendiente .....	17
Tabla 3.1. Resumen de parámetros geomorfológicos de la sub Cuenca Yucaes.....	39
Tabla 3.2. Áreas de la sub Cuenca Yucaes .....	40
Tabla 3.3. Inventario de lagunas de la sub Cuenca Yucaes margen derecha .....	44
Tabla 3.4. Inventario de quebradas de la sub Cuenca Yucaes margen derecha .....	45
Tabla 3.5. Inventario de manantiales de la sub Cuenca Yucaes margen derecha .....	47
Tabla 3.6. Inventario de bofedales de la sub Cuenca Yucaes margen derecha .....	48
Tabla 3.7. Volumen final estimado después del tratamiento .....	51



**ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

	Pág.
Fotografía 2.1. Vista panorámica de la sub Cuenca Yucaes .....	35
Fotografía 2.2. Vista panorámica de la laguna Qellococha .....	36
Fotografía 3.1. Vista de la laguna Pucyoccocha .....	49
Fotografía 3.2. Vista de la laguna Qellococha .....	50
Fotografía 3.3. Erosión hídrica en el CC.PP. de Sallalli .....	51
Fotografía 3.4. Área a forestar en el CC.PP. DE Yuncapata .....	52
Fotografía 3.5. Sector III en el CC.PP. DE Laranpata .....	52
Fotografía 3.6. Sector IV CC.PP. de Urpay Alto .....	53
Fotografía 3.7. Sector V CC.PP. de Lucaspata .....	53
Fotografía 3.8. Sector VI CC.PP. de Tallana .....	54
Fotografía 3.9. Sector VIII CC.PP. de Tarhuiyocc .....	54

**ÍNDICE DE ANEXOS**

	Pág.
Anexo 1. Panel Fotográfico .....	64
Anexo 2. Hoja de cálculos de parámetros geomorfológicos .....	69
Anexo 3. Mapas .....	73

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo el estudio e inventariado de los recursos hídricos superficiales en la Sub Cuenca Yucaes margen derecha, para lo cual se realizó la visita, recorrido, toma de datos (GPS) e imágenes; dentro de la margen derecha de la sub Cuenca Yucaes. El inventario de recursos hídricos superficiales (lagunas, manantiales, quebradas y bofedales) en la sub Cuenca Yucaes margen derecha se realizó tomando datos de georreferenciación con un GPS en cada unidad de estudio.

Con estos datos se elaboró una base de datos física de los recursos hídricos superficiales de la sub Cuenca Yucaes margen derecha, donde se identificó las principales características físicas y geomorfológicas además de analizar y tratar la información hidrometeorológica existente dentro de la Cuenca en estudio.

Con el inventariado de fuentes de agua superficial también se delimitó, codificó hidrográficamente a la sub Cuenca, utilizando para ello el apoyo logístico del sistema de información geográfica (SIG), el mismo que permitió contar con una base de datos de información básica Geo referenciados de las diferentes fuentes de aguas superficiales (quebradas, lagunas, manantiales, bofedales) dentro del ámbito de la sub Cuenca Yucaes margen derecha

Luego de tener identificados y ubicados a todas las fuentes superficiales, se planteó propuestas en zonas específicas para conllevar con ello al aumento y mejora de la disponibilidad hídrica mediante diferentes prácticas.

## **INTRODUCCIÓN**

El inventario de recursos hídricos superficiales, constituye una actividad básica y de significativa importancia en el conocimiento, se puede definir como el proceso de identificar las características físicas, distribución espacial y estado de uso actual de los diferentes recursos hídricos, constituyéndose así en una imprescindible fuente de información para la planificación de su óptimo uso y adecuada descripción del funcionamiento hidrológico dentro de la cuenca en estudio.

La sub Cuenca Yucaes margen derecha es un ecosistema con un equilibrio precario, que forma parte de un sistema hídrico endorreico, cuya importancia binacional es ampliamente reconocida; el problema principal es la escasa disponibilidad de información de recursos hídricos superficiales; siendo así prioritario el inventario de sus recursos hídricos para su adecuado manejo racional y sostenible.

Los problemas secundarios en la sub Cuenca Yucaes margen derecha son la descuantificación de recursos hídricos superficiales y su consecuente desconocimiento; escasa información georeferenciada de los recursos hídricos que permita tener acceso a datos de información como caudal, volumen, longitud, orden, etc.; la ausencia de estudios de almacenamiento y aportes a la disponibilidad hídrica.

En consecuencia, el presente trabajo de investigación tiene los siguientes objetivos:

1. Contar con información georeferenciada del recurso hídrico superficial de la sub Cuenca Yucaes margen derecha para la planificación y gestión del recurso hídrico.
2. Constituir una base de datos conteniendo los recursos hídricos superficiales de la Sub Cuenca Yucaes margen derecha, con sus respectivos parámetros: ubicación, medida de caudal, perímetro, área, uso, según corresponda.
3. Sistematizar mediante mapas temáticos los diferentes recursos hídricos superficiales de la sub Cuenca Yucaes margen derecha en la plataforma de ArcGis 10.2.
4. Plantear propuestas zonificadas para el aumento y mejora de la disponibilidad hídrica superficial en la sub Cuenca Yucaes margen derecha.

## **CAPITULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. ANTECEDENTES.**

La Corporación Departamental de Ayacucho (1981) indica que, ante la ausencia de información hidrométrica en el río Huancapi para la irrigación Colca, utiliza el modelo matemático de transformación de precipitación en escorrentía propuesto por José R. Temez en 1977, cuyo método se limita a reproducir los procesos de transporte de agua en las diferentes etapas del ciclo hidrológico. En efecto se obtuvieron las descargas medias sintéticas a partir de las precipitaciones y parámetros calibrados en base al escurrimiento de los ríos Urubamba y Sondondo, cuyo caudal obtenido alcanza un rendimiento unitario  $0.0044 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{Km}^2$ .

SHOLZ (1980) indica que, cuando no se cuenta con información de descarga, sino solo de algunos aforos puntuales, establece la generación de la transformación de lluvia en escorrentía, sustentado por el balance hídrico del año promedio. En efecto, el PNPMI-II (6) del Ministerio de Agricultura analiza una serie de datos hidrometeorológicos de 19 Cuencas entre Cuzco y Cajamarca y comprobando los generados por el modelo con los registros, se ha constatado una correspondencia satisfactoria. Por lo que se puede proyectar un sistema de irrigación sobre la base teórica de este modelo para el aprovechamiento máximo del recurso hídrico.

#### **1.2. CUENCA HIDROGRÁFICA**

##### **1.2.1. Definición**

VEN TE CHOW (1994) menciona que, una Cuenca hidrográfica se define como la región geográfica dentro de la cual el agua se vierte a un río, quebrada o masa de agua

en particular. La Cuenca hidrográfica contiene agua en diversas formas. Un afluente, un canal principal y un delta.

ABSALON VASQUEZ (2000) menciona que, es el área natural o unidad de territorio, delimitada por una divisoria topográfica (*divortium aquarum*), que capta la precipitación y drena el agua de escorrentía hasta un colector común, denominado río principal

### 1.2.2. Tamaño de la cuenca

VEN TE CHOW (1994) menciona que, una Cuenca pequeña puede ser definida como aquella que es sensible a las lluvias de alta intensidad y corta duración y en la cual predominan las características físicas del suelo con respecto a las del cauce.

**Tabla 1.1. Tamaño de la cuenca**

TAMAÑO DE LA CUENCA (Km <sup>2</sup> )	DESCRIPCIÓN
< 25	Muy pequeña
25 - 250	Pequeña
250 - 500	Intermedia-pequeña
500 - 2500	Intermedia-grande
2500 - 5000	Grande
> 5000	Muy grande

AGUIRRE (2007) menciona que, no existe un consenso general sobre los rangos de las áreas a utilizar para la clasificación. Sin embargo existen algunas clasificaciones con uso frecuentes y ampliamente distribuidas, tal es el caso de la recomendada por el Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Suelos (CIDIAT-MARNR, 1978). Este sistema de clasificación es el siguiente:

**Tabla 1.2. Clasificación de cuencas según área**

Sistema hidrográfico	+ de 300.000 ha
Cuencas	60.000 – 300.000 ha
Subcuencas	10.000 – 60.000 ha
Microcuencas	< 10.000 ha

### 1.2.3. Delimitación de la cuenca

MEJIA (2001) menciona que, la delimitación de la Cuenca, se hace siguiendo una línea formada por los puntos de mayor topográfico, llamado divisoria, que divide las precipitaciones que caen en Cuencas vecinas y que encaminan la escorrentía superficial resultante para un uso u otro sistema fluvial.

CHEROQUE (1980) menciona que, la delimitación de una Cuenca se hace sobre un plano a curvas de nivel, siguiendo las líneas de divortium acuarium o líneas de las altas cumbres.

### 1.2.4. Caracterización de la cuenca

VASQUEZ (1997) menciona que, la caracterización de las Cuencas permite también mejorar la evaluación de los riesgos de sequías, inundaciones y gestión de los recursos hídricos, en general, gracias a que es posible evaluar la entrada, acumulación y salida de sus aguas y planificar su aprovechamiento analíticamente. Por lo que se considera que la gestión integrada de las Cuencas es el método más adecuado para el desarrollo de los recursos hídricos.

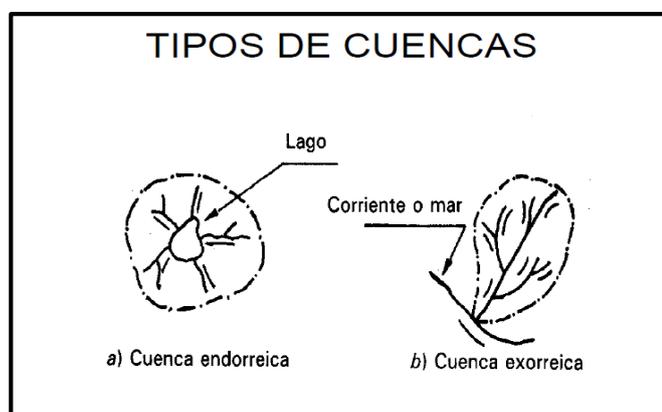


Figura 1.1. Tipos de cuencas

### 1.2.5. Área de la cuenca

VEN TE CHOW (1994) menciona que, el área de la Cuenca es quizá el parámetro más importante, siendo determinante de la escala de varios fenómenos hidrológicos tales como, el volumen de agua que ingresa por la precipitación, la magnitud de los caudales. El área de la Cuenca se define como la proyección horizontal de la superficie de la misma y se puede medir directamente del mapa topográfico.

### 1.2.6. Perímetro de la cuenca

VEN TE CHOW (1994) menciona que, el perímetro (P) es la longitud del límite exterior de la Cuenca y depende de la superficie y forma de la Cuenca.

VILLON (2002) indica que, se refiere al borde de la forma de la Cuenca proyectada en un plano horizontal, es de forma muy irregular, se obtiene después de delimitar la Cuenca.

### 1.2.7. Parámetros asociados a la longitud por VILLARROEL (2012)

- a. **Longitud de la cuenca.-** Es la longitud de una línea recta con, dirección “paralela” al cauce principal.
- b. **Longitud del cauce principal.-** La longitud de un río es la distancia entre la desembocadura y el nacimiento.
- c. **Longitud máxima (Lm) o recorrido principal de la cuenca.-** Es la distancia entre el punto de desagüe y el punto más alejado de la Cuenca siguiendo la longitud del drenaje.

### 1.2.8. Forma de la cuenca

VILLON (2008) menciona que, la forma de la Cuenca es la configuración geométrica de la Cuenca tal está proyectada sobre el plano horizontal. Tradicionalmente se pensaba que era de gran importancia y que podía coincidir sensiblemente en el tiempo de respuesta de la Cuenca, es decir, al tiempo de recorrido de las aguas a través de la red de drenaje, y por consiguiente a la forma del hidrograma resultante de una lluvia.

MEJIA (2001) menciona que, la Cuenca superficial de una Cuenca hidrográfica es importante debido a que influye en el valor del tiempo de concentración, definido como el tiempo necesario para que toda la Cuenca contribuya al flujo en la sección en estudio, a partir del inicio de la lluvia.

VEN TE CHOW (1994) menciona que, en la actualidad no se da tanta importancia a la forma de la Cuenca. Para determinar la forma de una Cuenca se utilizan varios índices asociados a la relación área-perímetro. Los más comunes son:

**a. El índice o coeficiente de compacidad (Kc)**

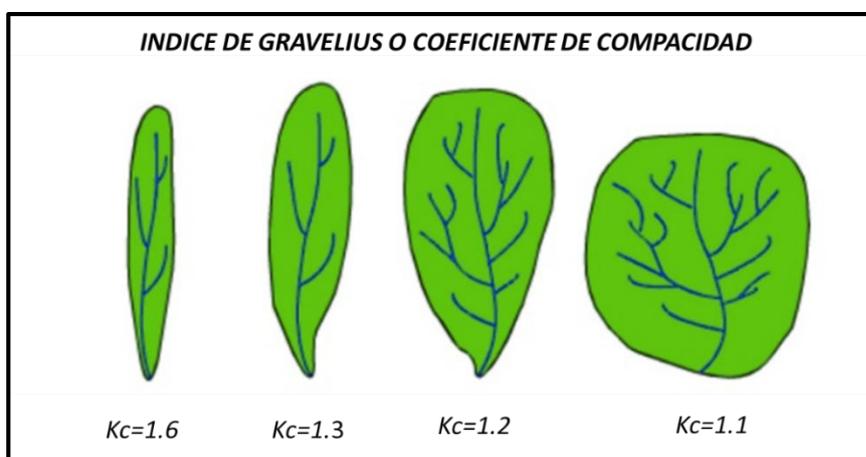
VILLON (2002) define que, el coeficiente de Gravelius, es la relación entre el perímetro de la Cuenca y el perímetro de un círculo de igual área que la Cuenca da la siguiente expresión:

$$Kc = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \text{-----} (1)$$

Donde:

P: perímetro de la Cuenca

A: área de la Cuenca



**Figura 1.2. Índice de Gravelius o coeficiente de compacidad**

**b. El factor de forma (Rf)**

HORTON (1932) menciona que, es el cociente entre la superficie de la Cuenca y el cuadrado de su longitud:

$$Rf = \frac{A}{L^2} \text{-----} (2)$$

Donde:

L: longitud máxima o recorrido principal del cauce

A: área de la Cuenca

**c. El coeficiente de forma (Kt)**

HORTON (1932) define que, es la relación entre la anchura media (Bm) de la Cuenca y la longitud.

$$Kf = \frac{Bm}{L} \text{-----} (3)$$

VILLON (2001) menciona que, para comparar el comportamiento hidrológico de dos Cuencas, se utiliza la noción de rectángulo equivalente o rectángulo de Gravelius. Se trata de una transformación puramente geométrica en virtud de la cual se asimila la Cuenca a un rectángulo que tenga el mismo perímetro y superficie y por lo tanto igual coeficiente de Gravelius (coeficiente de compacidad). Así las curvas de nivel se transforman en rectas paralelas hallado menor del rectángulo, y el desague de la Cuenca, que es un punto, queda convertido en el lado menor del rectángulo.

Para la construcción del rectángulo, se parte del perímetro (P) y el área (A) de la Cuenca. Si los lados menores y mayor del rectángulo son respectivamente, L1 y L2, entonces:

$$P = 2(L1 + L2) = \frac{Kc*\sqrt{A}}{28} \text{-----} (4)$$

Dónde:

$$L1*L2=A \text{-----} (5)$$

$$L1 = \frac{Kc*\sqrt{A}}{1.12} \left(1 - \sqrt{\left(\frac{1.12}{Kc}\right) * 2}\right) \text{-----} (6)$$

$$L2 = \frac{Kc*\sqrt{A}}{1.12} \left(1 + \sqrt{\left(\frac{1.12}{Kc}\right) * 2}\right) \text{-----} (7)$$

Para que esta representación sea posible es necesario que la condición  $Kc \geq 1.12$

### 1.2.9. Relieve y altitud de la cuenca

#### a. La influencia del relieve

VILLON (2002) menciona que, la respuesta hidrológica de la Cuenca es importante, puesto que a mayores pendientes corresponden mayores velocidades del agua en las corrientes y menor será el tiempo de concentración.

#### b. La altitud media

VILLON (2002) define que, es el rango de alturas, la elevación de la Cuenca, la altitud es determinada de la temperatura y la precipitación.

### c. La relación de relieve (Schumm)

VILLON (2002) menciona que, la relación de relieve es una expresión muy simple para la descripción del relieve, la relación de relieve (Rr) en función de la longitud de la Cuenca (L) y la diferencia de altura entre la salida de la Cuenca y el punto más alto de la divisoria de la Cuenca (h).

### d. La Curva hipsométrica

VILLON (2002) indica que, es la curva que, puesta en coordenadas rectangulares, representa la relación entre la altitud y la superficie de la Cuenca que queda sobre la Cuenca que queda sobre esa altitud. Para construir la curva hipsométrica, se utiliza un mapa con curvas de nivel.

### e. Pendiente

VILLON (2002) indica que, tiene gran importancia porque, a través de la velocidad de flujo del agua, influye en el tiempo de respuesta de la Cuenca.

Según la ecuación de Taylor este método considera que un río está formado por n tramos en los cuales Subdivide el perfil longitudinal del río a analizar.

$$S = \left( \frac{n}{\frac{1}{\sqrt{s_1}} + \frac{1}{\sqrt{s_2}} + \frac{1}{\sqrt{s_3}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{s_n}}} \right)^2 \text{ ----- (8)}$$

Donde:

n: número de tramos iguales en los cauces Subdivide el perfil

S1, S2,...Sn: pendiente de cada tramo, según S=H/L

S: pendiente

### f. Pendiente de la cuenca

VILLON (2002) menciona que, según Alvord este criterio está basado en la obtención previa de las pendientes existentes entre las curvas de nivel. Dividiendo el área de la Cuenca, en áreas parciales por medio de sus curvas de desnivel, y las líneas medias de las curvas de nivel.

**Tabla 1.3. Clasificación según la pendiente**

Pendiente en (%)	Tipo de terreno
2	Llano
5	Suave
10	Accidentado medio
15	Accidentado
25	Fuerte accidentado
50	Escarpado
> 50	Muy escarpado

Para desnivel constante entre curvas de nivel (D):

$$S = \frac{DL}{A} \text{----- (9)}$$

Donde:

S: pendiente de la Cuenca

D: desnivel constante entre curvas de nivel en Km.

L: longitud total de las curvas de nivel dentro de la Cuenca en

A: área de la Cuenca en Km<sup>2</sup>.

En caso que la (D) no sea constante (eso puede suceder en la parte más alta y parte más baja de la Cuenca) se tiene la ecuación:

$$S = \frac{D1*L1+D2*L2+\dots+Dn*Ln}{A} \text{----- (10)}$$

Donde:

S: pendiente de la Cuenca.

D1: desnivel en la parte más alta en Km.

L: longitud total de las curvas de nivel dentro de la Cuenca en

A: área de la Cuenca en Km<sup>2</sup>.

### 1.2.10. Red de drenaje de la Cuenca

#### a. Densidad de drenaje

RUIZ (2001) define que, la intensidad de drenaje en una Cuenca como el corriente entre la longitud total de los canales de flujo perteneciente a su red de drenaje y la superficie de la Cuenca:

$$Dd = \frac{L}{A} \text{-----} (11)$$

Donde:

Dd: densidad de drenaje

L: longitud total de corrientes perennes o intermitentes en Km.

A: ara de la Cuenca en Km<sup>2</sup>

VILLON (2002) menciona que, la densidad de drenaje, es parámetro que indica la posible naturaleza de los suelos, que se encuentra en la Cuenca.

**Tabla 1.4. Clasificación según la densidad de drenaje**

Densidad de drenaje	Km/km <sup>2</sup>
Drenaje pobre	0.5
Bien drenajes	35

### 1.2.11. Tiempo de concentración de la Cuenca

VILLON (2002) menciona que, también denominado tiempo de respuesta o de equilibrio, Llamas lo define como el tiempo requerido para que durante el aguacero uniforme se alcance el estado estacionario; es decir el tiempo necesario para que todo el sistema (toda la Cuenca) contribuya eficazmente a la generación de flujo en el desagüe.

VILLON (2002) indica que, por tener el concepto de tiempo de concentración una cierta base física, han sido numerosos los autores que han obtenido formulaciones del mismo, a partir de las características *morfológicas* y *geométricas* de la Cuenca. A continuación, se muestran algunas de esas fórmulas empíricas:

- a. Formula de Kirpich.-** Calcula el tiempo de concentración (Te) en minutos, según la expresión

$$T_c = 0.01847 * L * S \text{-----} (12)$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración en minutos

L: longitud del cauce principal de la Cuenca en metros.

S: pendiente del recorrido en m/m.

- b. Formula de Giandoti.-** Proporciona el tiempo de concentración (Te) de la Cuenca en horas.

$$T_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1.5L}{25.3 * \sqrt{J}} \text{-----} (13)$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración en horas.

A: Superficie de la Cuenca en Km<sup>2</sup>.

L: Longitud del cauce principal de la Cuenca en Km.

J: Pendiente del recorrido en m/m.

- c. Formula de Temez.-** Se deriva de la fórmula del U.S. Army Corps of Engineers.

$$T_c = 0.3 \left( \frac{L}{J^{0.5}} \right)^{0.76} \text{-----} (14)$$

Donde:

Te: tiempo de concentración en horas.

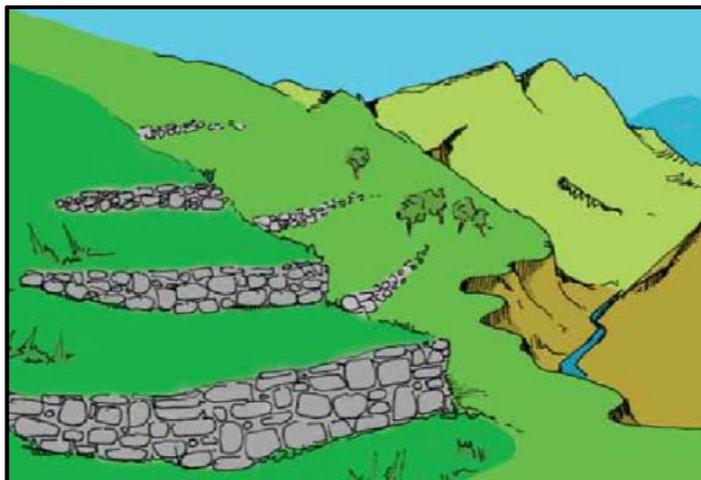
L: longitud del cauce principal de la Cuenca en Km.

J: pendiente del recorrido en m/m.

### 1.3. SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA

#### 1.3.1. Terraza agrícola

MAMANI Y BALLIVIÁN (2008) mencionan que, las terrazas agrícolas, taqanas o patas son los terraplenes formados por bordos de tierra o la combinación de bordos y canales, que están en las laderas de los cerros y sirven para cultivar en zonas de pendientes, bajo el criterio de conservación de los suelos y el agua.



**Figura 1.3. Terraza agrícola**

Una vez determinadas las curvas de nivel y su espaciamiento, debemos proceder a la excavación de la zanja donde levantaremos el muro, cuidando que el suelo superficial se coloque en un sitio separado, para ser utilizado posteriormente.

La profundidad de la excavación debe ser la mitad del alto del muro más 30 o 40 cm para el cimiento. Este aspecto tiene como fin realizar la compensación entre el corte y el terraplén. El ancho de la zanja debe ser por lo menos el 40% del alto del muro total. Para un muro de 1 m de alto es necesario realizar una zanja de 0,5 m, más 0,4 m de cimentación y un ancho de por lo menos 0.60m.

### **1.3.2. Tipos de terraza**

#### **a) Terraza represa**

Se construye en las quebradas para almacenar agua, sembrar y preparar abonos.

#### **b) Terraza de formación lenta**

En los cerros se pircan hileras de piedra o restos de cosechas donde, con el tiempo, se acumula tierra formando una terraza.

#### **c) Terraza corral o cancha**

En laderas se construye cercos de piedra donde se guarda el ganado para hacer abonar el terreno, después se siembra y con el tiempo se forma una terraza.

**d) Terrazas de contorno**

En las laderas con poca pendiente se cava la tierra para aplanar el terreno formando una terraza para sembrar.

**e) Terrazas de banco o taqanas**

Se llaman así porque son planas. En las laderas se cava y se aplanan el terreno sujetando la tierra con muros de piedra, tierra o plantas.

**1.3.3. Zanjas de infiltración**

DIRECCIÓN ZONAL AGRORURAL AYACUCHO (2014) indica que, las zanjas de infiltración son excavaciones que se realizan en el terreno en forma de canales de sección rectangular o trapezoidal, que se construyen a curvas de nivel para detener la escorrentía de las lluvias y almacenar agua para los pastos y cultivos instalados debajo de las zanjas.



**Figura 1.4. Zanjas de infiltración**

**a. Condiciones para su aplicación**

- En zonas de secano ya sea para pastos o plantaciones permanentes
- En terrenos con pendientes de 10 a 40%.
- En terrenos con textura franca que dejen infiltrar fácilmente el agua.
- No es recomendable para terrenos con texturas sueltas, que puedan derrumbarse.

### b. Criterios técnicos para su construcción y mantenimiento

Las dimensiones de la sección transversal de las zanjas pueden variar con el clima, la pendiente, el tipo de suelo y la vegetación; Si jamos un ancho de la base de 40 cm y una profundidad de 40 cm, el distanciamiento entre zanjas (para las condiciones climáticas de la región alto-andina del Perú) sería de acuerdo a la tabla siguiente:

**Tabla 1.5. Criterios de diseño según la pendiente**

<b>Cobertura vegetal</b>	<b>Pendiente del terreno (%)</b>	<b>Distancia entre zanjas (m)</b>
Sin	10	30
	15	20
	20	15
	25	13
	30	11
Con	10	45
	15	30
	20	23
	25	20
	30	17
	35	14
	40	12

Es muy importante que la base de la zanja esté bien nivelada. Para evitar cualquier error se pueden dejar tabiques de tierra cada 5 a 8 m.

A cada 100 m de longitud de las zanjas se deben dejar accesos o caminos para el tránsito de ganado o personas. Para evitar que las zanjas se llenen de tierra es necesario poner una barrera de pastos o plantas arbustivas en el borde superior de la zanja que ataje la tierra que arrastra el agua.

### 1.4. GENERACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN HIDROLÓGICA UTILIZANDO ArcGis

LOPEZ Y SORIANO (2009) menciona que, la forma de una superficie determina el modo en que el agua pueda fluir a través de la misma. Las herramientas de análisis

hidrológico de ArcGIS proveen un método que permite describir las características físicas de una superficie. Utilizando un modelo de elevación digital, es posible delinear un sistema de drenaje y cuantificar las características del sistema. Estas herramientas permiten determinar para cualquier ubicación de la Cuenca el área de contribución para cualquier punto de interés y la cantidad de agua que puede recibir dicho punto.

Las Cuencas y las redes de drenaje creadas a partir de un modelo de elevación digital utilizando ArcGIS son las fuentes primarias para la mayoría de los modelados hidrológicos de superficie. Dichos modelos pueden ser utilizados, entre otros, para determinar la altura, tiempo y magnitud de inundación de un área, localización de área que contribuye a la contaminación de los recursos fluviales o predecir los efectos de alteración del paisaje.

Muchas aplicaciones requieren de un conocimiento de cómo el agua fluye a través de un área y que cambios del área pueden afectar dicho flujo.

#### **1.4.1. Modelo de elevación digital**

MONTOYA (2016) indica que, la forma más común de representar digitalmente a la forma de la tierra es a través de un modelo basado en celdas, conocido como modelo de elevación digital (DEM). Estos datos son utilizados en ArcGIS para cuantificar las características de la superficie de la tierra.

Menciona también que un DEM es una representación gráfica de una superficie continua, usualmente referida como una superficie de la tierra. La precisión de estos datos es determinada primariamente por resolución del modelo y resulta de vital importancia para la determinación de la dirección de flujo del agua.

LOPEZ Y SORIANO (2009) mencionan que, los mapas de pendiente (grado o porcentaje), aspecto de la pendiente, relieve de sombras, vistas en perspectiva 3D, son algunos los productos derivados del análisis topográfico a partir de un DEM.

## **1.5. MÉTODOS DE AFORO.**

DE LOS RIOS (2000) refiere que, el aforo es el procedimiento de medir un caudal, mediante el cual podemos determinar la cantidad de agua que está circulando en un punto determinado de nuestros canales, riachuelos, quebradas, etc.

Para poder realizar un aforo es necesario conocer el área de la sección transversal del cauce de la corriente de agua y la velocidad con la que esta avanza.

Son varios los métodos que se pueden emplear para aforar el agua, vamos a citar solo los más usados en nuestro medio, que son los siguientes:

### **1.5.1. Método usando dispositivos especiales tales como:**

**a. Vertederos.-** Estos pueden ser triangulares, rectangulares y trapeciales sobre estos últimos los más conocidos son los llamados “Cipolletti”.

**b. Canaletas.-** Estos tienen formas alargadas; en este grupo se encuentran los medidores tipo “Parshall”, “RBC” y los “Sin cuello”.

CHEROQUE (1980) refiere que, para aforar, basta con conocer la altura que tiene el agua que discurre por estos dispositivos, con esta altura se recurre a unas tablas elaboradas para cada uno de ellos donde se determina la cantidad de agua circulante. Estos dispositivos son los más recomendables por su precisión y facilidad en la lectura. Estos dispositivos son fáciles de construir y pueden ser de fierro, ladrillo o concreto; cuando son de fierro estos pueden ser incluso portátiles, en cambio cuando se construyen de ladrillo o concreto estos son fijos.

### **1.5.2. Método usando orificios**

VEN TE CHOW (1994) menciona que, un orificio no es más que la abertura de una compuerta cuando esta se levanta mediante el timón de maniobras. Por la acción de la altura del agua, por este orificio o abertura empieza a circular el agua de un lado a otro de la compuerta.

### 1.5.3. Método usando el correntómetro

VEN TE CHOW (1994) indica que, el correntómetro es un instrumento que se usa para medir la velocidad del agua que circula en los canales, cauces de los ríos, quebradas, etc. Tiene la ventaja de ser transportable, sin embargo, su operación tiene que estar en manos de personal debidamente entrenado.

### 1.5.4. Método usando limnógrafo o limnómetro

DE LOS RIOS (2000) menciona que, el aforo con estos instrumentos se realiza cuando se necesita realizar un registro constante de la cantidad de agua que circula por grandes canales o ríos.

El limnógrafo cuenta además con un dispositivo reloj que grafica la cantidad de agua durante las 24 horas.

### 1.5.5. Método del flotador

DE LOS RIOS (2000) refiere que, cuando no se dispone de ninguno de los dispositivos de medición antes señalados, se puede recurrir a este método, por ser práctico y fácil de realizar. Para este método se necesita de un flotador (que puede ser una pelotita de plástico, una pequeña madera, o una hoja de algún arbusto); también se necesita d un reloj (para medir el tiempo de recorrido del flotador). Sin embargo, el grado de precisión no es tanto como el de los métodos anteriores. La ecuación empleada para el cálculo del caudal que circula a través dl rio aforado es la siguiente:

$$Qr=V*A \text{ -----(15)}$$

Donde:

Qr: caudal calculado para la sección de rio en m<sup>3</sup>/s.

V: velocidad promedio del rio en m/s.

A: área de la sección transversal del rio en m<sup>2</sup>.

## 1.6. METODOLOGÍA PFAFSTETTER;

VERDIN (1997) define que, es una metodología para asignar jerárquicamente identificadores “ids” a unidades de drenaje basado en la topología de la superficie del

terreno; dicho de otro modo, asigna “Ids” a una Cuenca para relacionarla con sus Cuencas vecinas, locales o internas, de tal forma que no exista área del territorio sin codificar y hace que la Cuenca o intercuenca sea única dentro de un continente. La metodología tiene las siguientes características:

El sistema es jerárquico y las unidades son delimitadas desde las uniones de los ríos. A cada unidad hidrográfica se le asigna un específico código Pfafstetter, basado en su ubicación dentro del sistema total de drenaje que ocupa, de tal forma que este sea único dentro de un continente.

Este método hace un uso mínimo de la cantidad de dígitos en los códigos, cuyas cantidades, solamente dependen del nivel que se está codificando.

## **1.7. RÍO**

VERDIN (1997) indica que, la corriente de agua continua que sirve de canal natural de drenaje de una Cuenca, que va a desembocar en otra, en un lago o en el mar. Se denomina también corriente de agua, curso de agua, riachuelo o canal.

VASQUEZ (2000) refiere que, un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado, rara vez constante a lo largo del año, y desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. La parte final de un río es su desembocadura. Algunas veces terminan en zonas desérticas donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación: es el caso de los ríos alóctonos (llamados así porque sus aguas proceden de otros lugares con clima más húmedo, como el caso de Okavango en el falso delta donde desemboca en numerosos Wadis (uadis) del Sahara y de otros desiertos. Cuando el río es corto y estrecho recibe el nombre de riacho, riachuelo o arroyo.

Un río está compuesto por varias partes básicas. Por lo general, los ríos, especialmente los más grandes, se dividen en tres partes principales, de acuerdo con su capacidad erosiva y de transporte de sedimentos: curso superior, curso medio y curso inferior.

VERDIN (1997) dice que, existen algunos ríos que presentan caracteres especiales en este sentido: en la imagen correspondiente al río Amazonas cerca de Manaus se distingue la diferente coloración de las aguas en la confluencia del Amazonas, en primer término, con el río Negro, cuyo nombre obedece a Mariel Constancio y la coloración más oscura y con menos sedimentos de este último río por el hecho de que su recorrido se encuentra en su mayor parte sobre el escudo Guayanes, con aguas en las que los sedimentos arcillosos son bastantes escasos generalmente, en el curso medio de un río suelen alternarse las áreas o zonas donde el río erosiona y deposita parte de sus sedimentos, lo cual se debe, principalmente, a las fluctuaciones de la pendiente y a la influencia que reciben con respecto al caudal y sedimentos de sus afluentes.

VERDIN (1997) indica que, en las partes en donde el río fluye en áreas relativamente planas, suele formar meandros: establece curvas regulares, pudiendo llegar a formar lagos en herradura. Al fluir el río, acarrea grandes cantidades de sedimentos, los que pueden dar origen a islas sedimentadas, llamadas deltas y también puede ocasionar la elevación del cauce por encima del nivel de la llanura, por lo que muchos ríos suelen discurrir paralelos al mismo por no poder desembocar por la mayor elevación del río principal: son los ríos tipo Yazoo. Aquellos ríos cuya desembocadura termina en una boca muy ancha y profunda forman estuarios.

### **1.7.1. Tipos de ríos**

#### **a) Perennes**

VERDIN (1997) define que, estos ríos están formados por cursos de agua que son de las regiones donde no existe un río mayor de escorrentía excesivamente largo. Incluso en el área donde llueve muy poco pueden existir ríos con caudal permanente si existe una alimentación freática (es decir, de aguas Subterráneas) suficiente. La mayoría de los ríos pueden experimentar cambios estacionales y diarios en su caudal, debido a las fluctuaciones de las características de la cobertura vegetal, de las precipitaciones y de otras variaciones del tiempo atmosférico como la nubosidad, evaporación o más bien, evapotranspiración, etc.

**b) Estacionales**

VASQUEZ (1997) menciona que, estos ríos son de dunas con clima tipo mediterráneo, en donde hay estaciones muy diferenciadas, con inviernos húmedos y veranos secos.

**c) Transitorios**

VASQUEZ (1997) indica que, son ríos de zonas con clima desértico o seco, de caudal esporádico, en los cuales se puede estar sin precipitaciones durante años. Esto es debido a la poca frecuencia de las tormentas en zonas de clima de desierto. Pero cuando existen descargas de tormenta, que muchas veces son torrenciales, los ríos surgen rápidamente y a gran velocidad. Reciben el nombre de Wadis o Uadis, a los cauces casi siempre secos de las zonas desérticas, que pueden llegar a tener crecidas violentas y muy breves.

**d) Alóctonos**

VASQUEZ (1997) indica que, son ríos generalmente de zonas áridas, cuyas aguas proceden de otras regiones (de ahí su nombre) más lluviosas.

**1.8. CUENCAS DE LOS RÍOS**

HORTON (1932) menciona que, algunos ríos cortos y torrentes pueden fluir desde su cabecera o inicio hasta el mar sin convertirse en afluentes o tributarios de otro mayor, ni recibir agua de otros ríos. En general, un río forma parte de una red de drenaje (o sistema fluvial) ocupando una Cuenca hidrográfica. Algunas Cuencas abarcan pocos kilómetros cuadrados, en cambio la Cuenca del Amazonas se extiende a lo largo de 6,14 millones de Km<sup>2</sup>.

**1.9. QUEBRADA**

HORTON (1932) define que, son abertura estrecha y continúa entre dos vertientes que sirve de medio de escurrimiento hídrico, generalmente es causada por la erosión del flujo de agua que se presenta en forma esporádica o continúa.

**1.10. LAGUNA**

HORTON (1932) define que, es un depósito natural de agua de menores dimensiones que un lago. Es la denominación que recibe cualquier extensión natural de agua

estancada, sea esta dulce o salada. La diferencia con los lagos no es muy precisa, salvo que se supone que una laguna tiene menor extensión y profundidad. Las lagunas que se encuentran cercanas al litoral y están asociadas a un origen marino se llaman marismas. No obstante, existen lagunas más grandes y profundas que algunos lagos, motivo por el que la diferencia se limita exclusivamente a la toponimia o a la denominación tradicional de un área lacustre. Otra característica habitual de las lagunas es que se presentan agrupadas en aquellos lugares en los que los cursos fluviales no pueden desembocar en otros ríos mayores o en el mar, y desaguan en depresiones de suelos impermeables, que contiene el agua sin filtrarla, desecándose por evaporación. Este fenómeno se denomina endorreísmo.

### **1.11. MANANTIAL**

RAMOS (2008) define, como lugar donde el agua aflora naturalmente de una roca o del suelo a la tierra o a una masa de agua superficial natural o artificial. Denominado también manante, y en nuestro medio andino como puquio. Un manantial es el punto en donde el agua mana desde el suelo y es, entonces, el lugar en donde la superficie del acuífero se encuentra con la superficie del suelo.

Dependiendo de la frecuencia del origen (caída de lluvia o nieve derretida que infiltra en la tierra), un naciente puede ser efímero (intermitente), perenne (continuo, o artesiano). Cuando deja la tierra puede formar un estanque o arroyo. Las aguas termales, así como los geiseres también son nacientes.

ABSALÓN (2000) define que, los minerales se disuelven en el agua a su paso por zonas Subterráneas, esto le brinda sabor al agua, y hasta burbujas de dióxido de carbono, dependiendo de la naturaleza geológica del terreno, por ello el agua de la naciente (o spring wáter) se vende como agua mineral, aunque frecuentemente el término se aplica por motivos publicitarios.

Las nacientes que contienen cantidades significativas de minerales son denominadas, a veces “nacientes de minerales”, a aquellas que contienen grandes cantidades de sales de sodio disueltas, mayormente carbonato sódico, se les llama “nacientes de soda”.

### **1.11.1. Clasificación**

ABSALÓN (2000) indica que, normalmente se clasifica las nacientes por el volumen de agua que descargan; las más grandes son de “primera magnitud”, definidas como tales cuando descargan agua a una velocidad de 2.800 litros por segundo, por lo menos.

La escala es la siguiente:

- Primera Magnitud: >2.800 l/s
- Segunda Magnitud: 280 – 2800 l/s
- Tercera Magnitud: 28 – 280 l/s
- Cuarta Magnitud: 6,3 – 28 l/s
- Quinta Magnitud: 0.63 – 6.3 l/s
- Sexta Magnitud: 63 – 630 ml/s
- Séptima Magnitud: 8 – 63 ml/s
- Octava Magnitud: <8 ml/s
- Magnitud Cero: No fluye

### **1.12. AGUAS DE RECUPERACIÓN O DRENAJE**

RAMOS (2008) define que, el agua de flujo Sub – superficial, procedente de los excedentes de otros usos, que afloran en forma de manantiales o a través de drenes naturales y/o artificiales.

### **1.13. GPS**

Global Position System (Sistema de Posicionamiento Global).

### **1.14. NOMBRE DE FUENTE**

ABSALON (2000) define que, es la denominación que tiene la fuente de agua, la misma que se obtiene de la Carta Nacional, por indicación del guía de campo o por versión de los habitantes del lugar, ejemplo: río “Cabanillas”, quebrada “Juana Ríos”, manantial “Ojo de Toro”, laguna “Huacachina”, presa “Lagunillas”, para el caso de aguas de recuperación o de drenaje se debe indicar D-1, D-2 así sucesivamente.

### **1.15. DISTRITO DE RIEGO**

VILLON (2002) menciona que, es el ámbito geográfico delimitado por una o más Cuencas hidrográficas. También se define como cada una de las demarcaciones establecidas para la distribución y administración de las aguas (Ley general de aguas D.L 177529).

### **1.16. COORDENADAS UTM NORTE – Y (m) Y COORDENADAS UTM ESTE – X (m)**

MEJIA (2001) menciona que, posicionamiento geográfico, en el sistema UTM-WGS84, Zona 19 para el caso de las Cuencas Cabanillas y Lampa, de un determinado punto del terreno coincidente con la ubicación de una fuente hídrica. La información puede ser brindada por un GPS o mapa topográfico local.

### **1.17. ALTITUD (m.s.n.m.)**

MEJIA (2001) menciona que, la ubicación o distancia altitudinal en metros de un determinado lugar geográfico tomando como referencia el nivel medio del mar. Para su determinación se utiliza el altímetro barométrico, GPS o un mapa topográfico local.

### **1.18. ÁREA DE SUPERFICIE LIBRE DE AGUA (m<sup>2</sup>)**

MEJIA (2001) menciona que, es llamada también espejo de agua, correspondiente a la superficie de agua horizontal cuyos puntos de intersección con el terreno tienen una misma cota bajo condiciones atmosféricas normales.

### **1.19. ALMACENAMIENTO MÁXIMO (Hm<sup>3</sup>)**

MEJIA (2001) menciona que, el volumen aprovechable almacenado en una laguna, depende de las condiciones topográficas y disponibilidad de la depresión del vaso.

### **1.20. ALMACENAMIENTO ÚTIL (Hm<sup>3</sup>)**

MEJIA (2001) menciona que, el volumen aprovechable almacenado en una laguna, generalmente resulta de la diferencia del volumen total y el volumen de material sedimentado en el vaso o laguna.

### **1.21. CAUDAL DE SALIDA (l/s) (de una laguna o embalse)**

MEJIA (2001) menciona que, el caudal de salida de un vaso de almacenamiento; para el caso de lagunas, generalmente es el inicio de un río, y en otros casos es la fuente de abastecimiento de un sistema de conducción o aprovechamiento de la fuente.

### **1.22. TIPO DE AFORO**

MEJIA (2001) menciona que, la metodología de aforo o medición de la disponibilidad hídrica de una fuente hídrica, puede ser el método área – velocidad con correntómetro o flotador, método de la carga hidráulica con vertedero, método volumétrico (con depósito graduado y cronómetro) u otras técnicas de medición de caudal.

### **1.23. AFORO DE CAUDAL**

VILLON (2002) indica que, es conjunto de operaciones para determinar el caudal de un curso de agua para un nivel (tirante) observado, a un cierto nivel o porcentaje de exactitud.

### **1.24. ALTURA DE PRESA (m)**

VILLON (2002) menciona que, la altura de la estructura o barrera hidráulica, tomada desde el punto de intersección con el terreno hasta el borde de la corona de presa.

### **1.25. PRESA RUSTICA**

VILLON (2002) menciona que, la presa construida de forma artesanal, sin un diseño de ingeniería preestablecido, empleando materiales de la zona, como tierra y piedras.

### **1.26. PRESA DE CONCRETO**

VILLON (2002) menciona que, la presa construida a partir de un diseño de ingeniería preestablecido, empleando como materiales el concreto armado.

### **1.27. PRESA DE TIERRA**

VILLON (2002) indica que, es una presa construida a partir de un diseño de ingeniería preestablecido, empleando como material de construcción tierra con diferentes contenidos de arcilla y grava.

**1.28. PROFUNDIDAD MEDIA (m) (de una laguna o embalse)**

VILLON (2002) menciona que, la diferencia de nivel promedio entre la superficie libre y el fondo del vaso de una laguna o embalse. Para su determinación se emplea sondas mecánicas y ecosondas.

**1.29. LONGITUD DE CORONA (m)**

VILLON (2002) define como, la longitud del muro de contención de la presa y perpendicular al flujo del agua de la presa.

**1.30. PRESA DE MAMPOSTERÍA PIEDRA**

VILLON (2002) menciona que, es una presa construida a partir de un diseño de ingeniería preestablecido, empleando como material de construcción tierra de diferentes contenidos de arcilla y grava.

**1.31. MANANTIAL DE FILTRACIÓN**

VILLON (2002) menciona que, el manantial que se presenta en forma difusa, siendo necesario realizar obras de drenaje superficial para hacer factible una captación de agua acumulada.

**1.32. MANANTIAL DE FISURA**

VILLON (2002) menciona que, es el manantial que emana de una formación rocosa estructuralmente fisurada.

**1.33. MANANTIAL DE LADERA**

VILLON (2002) menciona que, es el manantial ubicado en una vertiente de un determinado valle.

**1.34. MANANTIAL DE PISO**

VILLON (2002) indica que, es el manantial ubicado en una zona o terreno de morfología tipo planicie.

**1.35. MANANTIAL DE FONDO DE VALLE**

VILLON (2002) menciona que, es el manantial ubicado en la zona más baja de un valle, inicio de talud de una vertiente.

**1.36. ANCHO DE CAUCE MÍNIMO (m)**

VILLON (2002) menciona que, es el ancho del cauce en época de estiaje y con flujo de agua.

**1.37. ANCHO DE CAUCE MÁXIMO (m)**

VILLON (2002) indica que, es el ancho del cauce en épocas de avenidas.

**1.38. ALTURA DEL CAUCE MÍNIMO (m)**

VILLON (2002) menciona que, es la altura del tirante de agua en el cauce en época de estiaje.

**1.39. ALTURA DEL CAUCE MÁXIMA (m)**

VILLON (2002) indica que, es la altura del tirante de agua en el cauce en época de avenidas.

**1.40. CAUDAL CONTINUO (l/s)**

MEJIA (2001) menciona que, es la corriente de agua o manantial que fluye durante todo un año hidrológico, en época de estiaje es alimentado por el flujo del acuífero de su Cuenca receptora.

**1.41. CAUDAL ESPORÁDICO (l/s)**

MEJIA (2001) indica que, es la corriente de agua o manantial que fluye solamente durante el periodo hidrológico de precipitaciones, o mientras tenga una fuente base de alimentación.

**1.42. TIPO DE USO**

MEJIA (2001) indica que, es el uso consuntivo (poblacional, pecuario, piscícola, agrícola, industrial, minero, u otro) o no consuntivo (energético, minero, u otro) que tiene una determinada fuente de agua.

### **1.43. TIPO DE DERECHO**

VILLON (2002) menciona que, es el documento administrativo por el cual el ente consumidor de agua tiene el derecho de uso de una determinada fuente hídrica en un caudal o volumen establecido en función de sus necesidades y disponibilidad de dicha fuente hídrica. Según la vigente normatividad en materia de aguas, el derecho de uso de agua, tiene las modalidades de licencia, permiso y autorización, y es otorgada por la correspondiente autoridad de aguas.

## **CAPITULO II METODOLOGÍA**

### **2.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

#### **2.1.1. Ubicación Política**

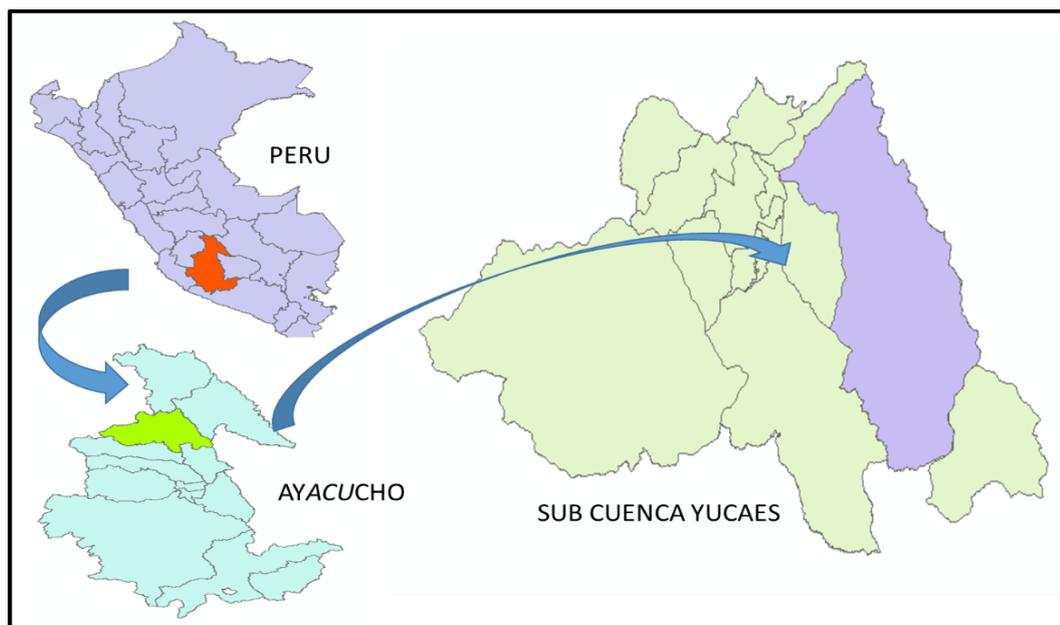
Región : Ayacucho  
Provincia : Huamanga  
Distrito : Quinua, Acos Vinchos, Tambillo, Acocro

#### **2.1.2. Ubicación Geográfica**

El ámbito territorial de la Cuenca Yucaes margen derecha, se encuentra ubicado en la parte noreste del departamento de Ayacucho, encontrándose entre los paralelos 13° 06' 33" latitud sur y 74° 05' 48" longitud oeste, contando con 72.45 Km<sup>2</sup> y una altitud media de 3700 m.s.n.m.

**Límites:** De acuerdo a la demarcación política, la Cuenca Yucaes margen derecha colinda con los siguientes distritos:

Por el Norte : Distrito de Huamanguilla, y Pacaycasa.  
Por el Sur : Distrito de Ocos y Vischongo.  
Por el Este : Distrito de San Miguel, Chilcas y Luis Carranza.  
Por el Oeste : Distrito de Chiara, Tambillo y Jesus Nazareno.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 2.1. Mapa de ubicación de la sub Cuenca Yucaes**

### 2.1.3. Climatología

El lugar se caracteriza por presentar un clima que varía de frígido a templado; las condiciones atmosféricas de la zona están directamente relacionadas a las estaciones del año definidas en épocas de lluvia entre los meses de diciembre a abril, y las épocas de sequía entre los meses de mayo a noviembre. Con temperaturas mínimas hasta 0° por las noches, y las altas temperaturas llega aproximadamente hasta 25°C durante los meses de agosto a noviembre.

### 2.1.4. Zonas de Vida

Las zonas de vida dentro de la Cuenca Yucaes margen derecha, es muy variada debido a las formas topográficas de montañas, serranías, Cuencas y valles pequeños, predominando entre ellos.

- Bosque seco – Montano Bajo Subtropical.
- Bosque Húmedo – Montano Bajo Subtropical.
- Paramo muy Húmedo – Subalpino Subtropical.
- Estepa – Montano Subtropical.

### **2.1.5. Disponibilidad Hídrica**

La micro Cuenca Yucaes Margen Derecha se ubica entre los 2450 y 4400 m.s.n.m., la cual representando por el paso obligado de la acumulación de muchos afluentes como riachuelos y manantes, cuyo cauce presentan un lecho móvil, con un sin número de ramales que se unen y se separan para ir formando el cauce denominado río Yucaes. El tiempo de escurrimiento es perenne, con pendientes poco pronunciadas, continuamente en épocas de mayor precipitación, al menor incremento, el río sale de su lecho para ocupar las áreas de faja marginal. En épocas de avenidas y por su potencia “bruta” adquirida, se clasifica como flujo central, por demostrar características de turbulencia, variable en dimensiones, produciendo erosión en un punto y sedimentación en el lado opuesto, el tirante máximo se moviliza en forma continua y erosiona en el sentido que tome o inunde, el cambio es brusco cuando la sedimentación es rápida y bastante fuerte, ésta característica se debe a la suavidad que presenta la pendiente por el que discurre el agua. El material del lecho de río está constituido por el fuerte transporte de acarreo constituido por cantos rodados y finos, que han sido

### **2.1.6. Suelos**

Las áreas de terreno y las viviendas, presentan una topografía con pendiente suave a llana, ubicados al margen derecha del río Yucaes, los suelos destinados para la agricultura presentan una textura franco arcillo - limoso, la capa de material orgánico puede llegar hasta los 40 cm., su fertilidad es alta, por el gran contenido de humedad apropiada y clima de valle en la parte baja. El flujo de agua que nace desde diferentes afluentes, más las escorrentías superficiales, van a conformar un cauce definido como es el río Yucaes, la misma que amenaza a los Centros Poblados a muchos centros poblados, en épocas de máxima avenida.

## **2.2. MATERIALES, EQUIPOS Y METODOS**

### **2.2.1. Materiales**

- Computadora
- Impresora
- Papel bond
- Libreta de campo

- Cartas nacionales
- Datos hidrológicos
- Material logístico

### **2.2.2. Equipos y herramientas**

- GPS
- Cámara fotográfica
- Wincha
- Flexómetro
- Software
- Google, Earts, ArcGis, Autocad
- Hojas de calculo
- AutoCAD Civil 3D 2015

### **2.2.3. Técnica de Recolección de Datos**

Se recolectarán los datos siguiendo los siguientes pasos o técnicas que se adapten a la toma de muestras en campo:

- Recopilación básica de información como estudios anteriormente realizados, estudio de documentos, estudio de información cartográfica.
- Visitas a campo para el reconocimiento del área de trabajo.
- Mediciones realizadas directamente en el campo.
- Entrevista y llenado de formatos de inventarios con las personas involucradas dentro de la Cuenca.
- Registro fotográfico de cada proceso realizado.

### **2.2.4. Instrumento de Recolección de Datos**

Como instrumentos de recolección de datos tendremos muchas alternativas:

- Fichas de recolección de datos.
- Encuestas para usuarios de riego.
- Formatos para aforo de caudales de recursos hídricos superficiales.

### **2.2.5. Procedimiento de Recolección de Datos**

Se seguirán los siguientes procedimientos para la recolección de datos:

#### **a. Recopilación básica de información.**

Para obtener la información necesaria para la realización de este trabajo se recurrió a instancias como la Autoridad Local del Agua, poniendo en conocimiento los objetivos del presente trabajo y así obtener dicha información. Se recurrió a información bibliográfica de estudios antes realizados relacionados con el presente trabajo como estudios de la Cuenca Mantaro y Cuenca del Rio Cachi.

#### **b. Visita de campo**

Se procedió a la visita de campo para el reconocimiento del área de trabajo y se realizó in situ un plan de recorrido en la Cuenca, llevando para ello planos previamente sistematizados a escala 1:80000, los cuales contiene información básica y necesaria como límites provinciales, distritales, capitales de distrito, caminos rurales, de herradura, trochas carrozables; todos a curvas de nivel. Los programas utilizados para la generación de planos fueron básicamente el ArcGis 10.3 y el AutoCAD Civil 3D 2015 que facilita el ingreso grafico de planos y cartas digitales.



**Fotografía 2.1. Vista Panorámica de la Sub Cuenca Yucaes**

### **c. Trabajo de campo**

En el trabajo de campo el procedimiento será directo tomando muestras in situ, de caudales en los ríos o manantiales, se usó distintos métodos según correspondía, el método del flotador para determinar la velocidad de la corriente de agua, o de las secciones para hallar una sección estable del río.

Para esto se tuvo en algunos casos la ayuda de algunos colaboradores para el recorrido de las distintas zonas, los cuales fueron entrevistados y se procedió al llenado de formatos previamente preestablecidos que contenían básicamente ubicación de la fuente, caudal estimado y uso del mismo.

Se utilizaron equipos e instrumentos como: GPS, mapas, cronómetros, baldes graduados, winchas, flexómetro, libreta de campo, calculadora, tubos de PVC; así como movilidad para el recorrido, en este caso una camioneta Toyota Hilux alquilada.



**Fotografía 2.2. Vista Panorámica de la Laguna Qellococha**

### **d. Ordenamiento y sistematización de la información de campo**

Con la información obtenida en campo se procedió a la sistematización de dicha información, esto con la ayuda del programa ArcGis 10.3, previamente se transcribió

y ordeno toda la información en hojas de cálculo de Excel para ser exportados al ArcGis 10.3.

Así mediante la generación de puntos representado cada recurso hídrico superficial se interceptó con otras coberturas, generando nuevas tablas y mapas que proporcionan una información nueva y más completa para el presente trabajo de investigación.

## CAPITULO III RESULTADOS

### 3.1. PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA YUCAES

**Tabla 3.1. Resumen de parámetros geomorfológicos de la sub Cuenca Yucaes**

PARAMETROS				UNIDAD	SUB CUENCA YUCAES
AREA DE LA CUENCA				Km <sup>2</sup>	146.91
PERIMETRO				Km	93.94
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)		1	2.17
		FACTOR DE FORMA	Longitud ( // al curso más largo)	Km	37.30
			Ancho Medio	Km	3.94
			Radio de Circularidad	1	0.21
			Factor de Forma	1	0.08
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km	43.60
		Lado Menor	Km	3.37	
PARAMETROS DE RELIEVE	Curva Hipsométrica			-	✓
	Polígono de Frecuencia			-	✓
	Altitud Máxima de la Cuenca			m.s.n.m.	4300
	Altitud Mínima de la Cuenca			m.s.n.m.	2530
	Desnivel total de la Cuenca			Km	1.77
	Altitud Media de la Cuenca			m.s.n.m.	3400
	Altitud Media Ponderada			m.s.n.m.	3391
	Altitud Media Simple			m.s.n.m.	3415
	Índice de Pendiente			-	25.05
Pendiente de la cuenca (sist. del rectángulo equivalente)			%	4.06	
PARAMETROS DE LA RED HIDROGRAFICA DE LA CUENCA	Tipo de corriente			-	Perenne
	Densidad de drenaje			Km/Km <sup>2</sup>	0.25
	Frecuencia de los Ríos			-	0.05
	Extensión media del Escurrimiento Superficial (Es)			Km	0.98
	Pendiente media del río principal			m/m	0.03
	Tiempo de concentracion (según Kirpich)			Hr.	3.62

**Fuente:** Elaboración propia.

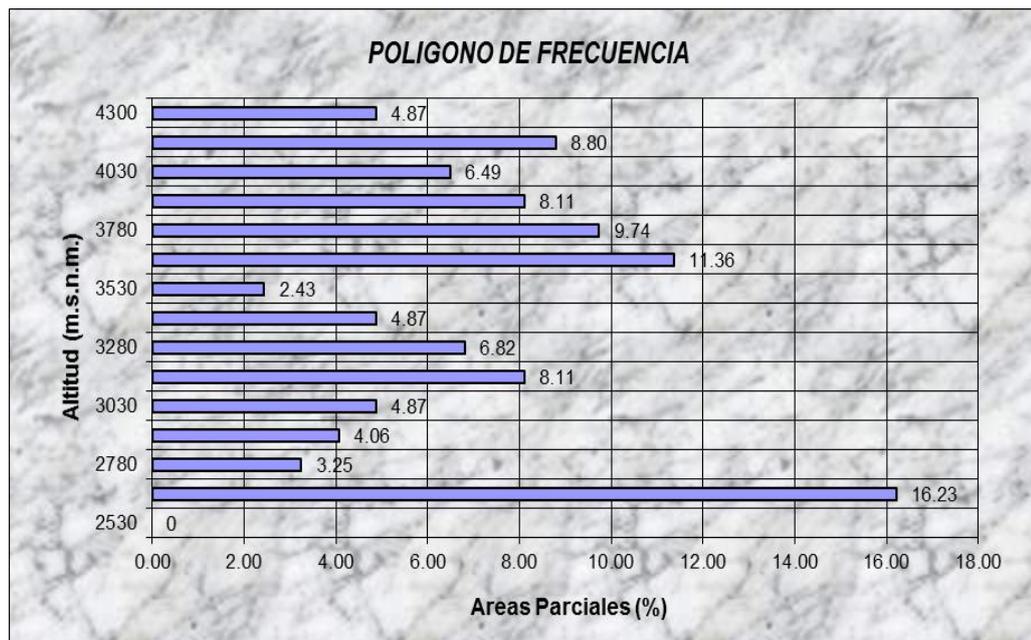
Los resultados obtenidos de los cálculos realizados para la obtención de los parámetros geomorfológicos de la sub cuenca Yucaes, se presentan en la tabla 3.1, observándose de ésta datos relevantes como el área de la sub cuenca Yucaes que es de 146.91 km<sup>2</sup>, un perímetro de 93.94 km y un desnivel de 1.77 km.

Tabla 3.2. Áreas de la Sub Cuenca Yucaes

ALTITUD m.s.n.m.	AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS			
	Km <sup>2</sup>	(%)	POR DEBAJO		POR ENCIMA	
			Km <sup>2</sup>	(%)	Km <sup>2</sup>	(%)
Punto + bajo						
2530	0	0	0	0	146.91	100.00
2655	23.84	16.23	23.8415	16.23	123.07	83.77
2780	4.77	3.25	28.60981	19.47	118.30	80.53
2905	5.96	4.06	34.5702	23.53	112.34	76.47
3030	7.15	4.87	41.72266	28.40	105.19	71.60
3155	11.92	8.11	53.64343	36.51	93.27	63.49
3280	10.01	6.82	63.65688	43.33	83.25	56.67
3405	7.15	4.87	70.80934	48.20	76.10	51.80
3530	3.58	2.43	74.38557	50.63	72.52	49.37
3655	16.69	11.36	91.07465	61.99	55.84	38.01
3780	14.30	9.74	105.37961	71.73	41.53	28.27
3905	11.92	8.11	117.30038	79.84	29.61	20.16
4030	9.54	6.49	126.837	86.34	20.07	13.66
4155	12.92	8.80	139.75777	95.13	7.15	4.87
4300	7.15	4.87	146.91023	100.00	0.00	0.00
Punto + alto						
<b>TOTAL</b>	146.91	100.00				

Fuente: Elaboración propia.

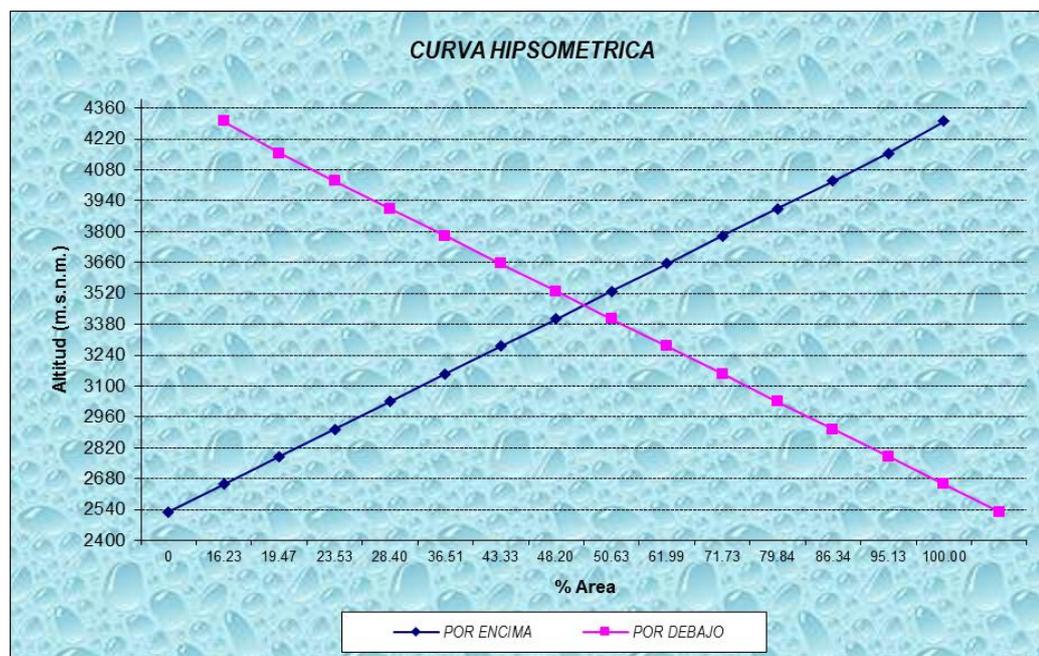
En el cuadro 3.2 se pueden observar las áreas parciales de la sub cuenca Yucaes, y podemos determinar observando el punto más bajo a 2530 m.s.n.m. y el punto más alto a 4300m.s.n.m. se ve también la mayor y menor concentración de áreas según la altitud



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.1. Polígono de frecuencia de la Sub Cuenca Yucaes**

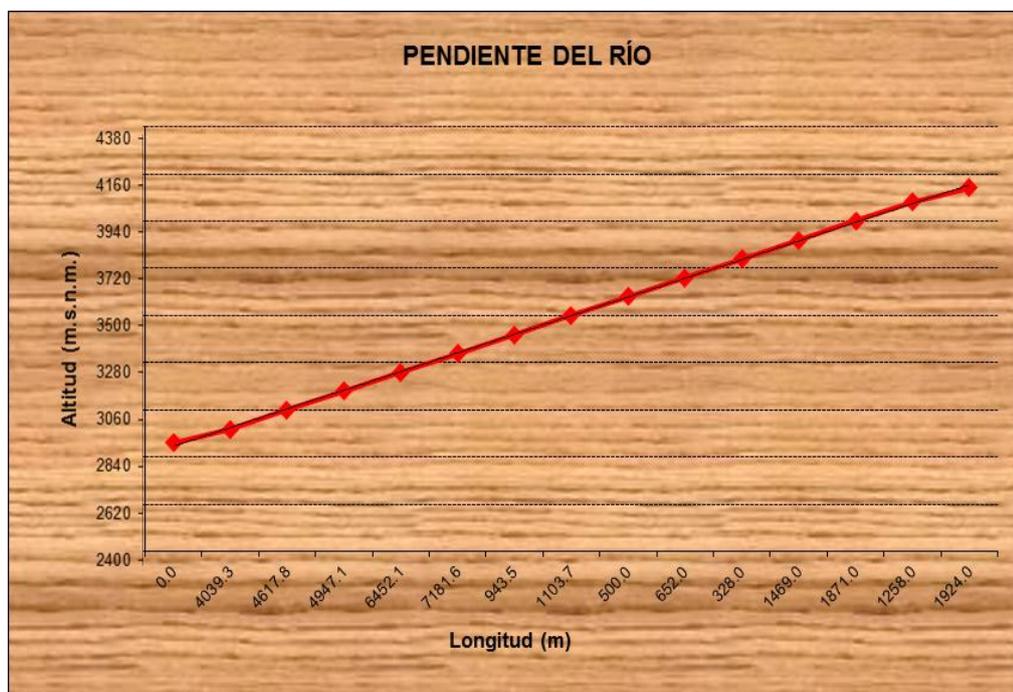
En la figura 3.1 se puede observar el polígono de frecuencias, grafico entre la altitud y áreas parciales, en el cual fácilmente se puede observar la mayor concentración de áreas: siendo en este caso un 16.23 por ciento de superficie entre las cotas 3915 m.s.n.m. y 3950 m.s.n.m.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.2. Curva hipsométrica de la Sub Cuenca Yucaes**

En la figura 3.2 se puede observar la curva hipsométrica de la Sub Cuenca Yucaes, grafico entre el porcentaje de áreas y la altitud dentro de la Cuenca; del cual se obtiene la altitud media de la Sub Cuenca Yucaes en la intersección de ambas curvas, siendo esta de 3400 m.s.n.m.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.3. Pendiente del río principal**

En la figura 3.3. se obtiene la pendiente del río principal de la sub cuenca Yucaes el cual es 0.03 m/m.

## 3.2. INVENTARIO DE LOS RECUROS HIDRICOS SUPERFICIALES

### a. Red Hidrográfica

La Sub Cuenca del río Yucaes, tiene un área de 146.91 Km<sup>2</sup>, un perímetro de 93,94 km, una pendiente de la Cuenca de 4.06%, desde el punto de vista hidrográfico el río Yucaes tiene un tipo de corriente perenne, teniendo su origen en la cota 4300 m.s.n.m. con una longitud máxima de cauce de 37.30 km. y una pendiente de cauce de 0.03 m/m, el escurrimiento superficial se debe principalmente a las precipitaciones, en consecuencia al aporte de manantiales, en donde se originan las quebradas.

**b. Lagunas**

El inventario de lagunas tiene por finalidad la de ubicar nuevas fuentes de recurso hídrico, que contribuyan a la solución del problema de la escasez de este recurso para sus diferentes fines dentro de la Sub Cuenca Yucaes Margen Derecha, en la tabla 3.3 se observa el conjunto de lagunas inventariadas con sus respectivas características, el inventario se realizó el 15 de Julio del 2016.

**Tabla 3.3. Inventario de lagunas de la Sub Cuenca Yucaes margen derecha**

INVENTARIO DE LAGUNAS DE LA SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA											
N°	Tipo de Fuente	Nombre de fuente	Ubicación			Fines de uso	Coordenas UTM		Perimetro (m)	Area (m2)	Volumen estimado (m3)
			Lugar	Distrito	Provincia		Norte	Este			
1	Laguna	Pucyoccocha	Jurauina	Acocro	Huamanga	Riego	8517234.418	607846.300	1028.54	65144.22	162860.54
2	Laguna	Parionaccocha	Matara	Acocro	Huamanga	Riego	8516634.683	610141.438	2395.78	80686.58	266265.71
3	Laguna	Huatayccochoa	Matara	Acocro	Huamanga	Riego	8517811.086	610037.638	1752.35	196350.49	518365.29
4	Laguna	Qelloccochoa	Matara	Acocro	Huamanga	Riego	8518180.153	610729.640	1148.75	21746.91	54367.27
5	Laguna	Mulco	Chaupirara	Acosvinchos	Huamanga	Riego	8549047.968	596932.153	863.04	17718.66	40752.91
6	Laguna	Tinco	Ipacorara	Quinua	Huamanga	Riego	8550529.506	593573.097	775.83	17671.50	38523.87
7	Laguna	Urpay Alto	Urpay Alto	Acosvinchos	Huamanga	Riego	8550737.000	606247.000	641.16	13314.13	28092.82
8	Laguna	Yanaccocha 2	Sallalli	Quinua	Huamanga	Riego	8555799.000	601510.000	554.07	9922.56	20837.37
9	Laguna	Yanaccocha	Sallalli	Quinua	Huamanga	Riego	8559196.000	600604.000	873.62	28293.28	89689.70
10	Laguna	Cceralccochoa	Sallalli	Quinua	Huamanga	Riego	8561849.000	598514.000	956.56	40828.23	3692.32
<b>VOLUMEN TOTAL DISPONIBLE (m3)</b>											<b>1223447.81</b>

Fuente: Elaboración propia.

### c. Quebradas

El resultado del inventario de las principales quebradas aportantes al río Yucaes Margen Derecha se muestran en la siguiente tabla el inventario se realizó el 15 de Julio del 2016.

**Tabla 3.4. Inventario de Quebradas de la Sub Cuenca Yucaes Margen Derecha**

INVENTARIO DE QUEBRADAS DE LA SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA										
N°	Tipo de Fuente	Nombre de fuente	Ubicación			Fines de uso	Coordenas UTM		Caudal (lps)	Masa Anual (m3/año)
			Lugar	Distrito	Provincia		Norte	Este		
1	Quebrada	Auqipancha	Pichjapuquio	Acocro	Huamanga	Riego	605360.2337	8519686.673	6.32	199307.52
2	Quebrada	Quishuarmayo	Yanahuanco alto	Acocro	Huamanga	Riego	606883.1134	8524827.747	6.57	207191.52
3	Quebrada	Canaljasa	Tantana	Acocro	Huamanga	Riego	608770.4225	8530298.879	10.05	316936.8
4	Quebrada	Ventanillayocc	Tarhuiyocc	Acocro	Huamanga	Riego	611458.5449	8525217.31	8.54	269317.44
5	Quebrada	Antuhuana	Tarhuiyocc	Acocro	Huamanga	Riego	611469.2409	8525216.253	5.853	184580.208
6	Quebrada	Tintay	Tallana	Acocro	Huamanga	Riego	609880.2793	8529058.317	8.453	266573.808
7	Quebrada	Almapampa	Quinuas	Acocro	Huamanga	Riego	608683.8233	8533387.897	36.861	1162448.496
8	Quebrada	Ccohuisha	Colcca	Acocro	Huamanga	Riego	611871.4068	8528597.661	17.542	553204.512
9	Quebrada	Halla	Colcca	Acocro	Huamanga	Riego	612234.8649	8528895.123	9.376	295681.536
10	Quebrada	Qallahuaycco	Colcca	Acocro	Huamanga	Riego	613357.6497	8529433.948	9.651	304353.936
11	Quebrada	Atuqchachanca	Suitocco	Acocro	Huamanga	Riego	609770.3909	8532214.716	16.76	528543.36
12	Quebrada	Tumbeshuaycco	Suitocco	Acocro	Huamanga	Riego	609769.545	8532214.528	19.328	609527.808
13	Quebrada	Chaupercco	Quinuas	Acocro	Huamanga	Riego	611678.6059	8533178.832	6.765	213341.04

14	Quebrada	Pacobamba	Quinuas	Acocro	Huamanga	Riego	611671.793	8533198.946	8.594	271020.384
15	Quebrada	Titanca	Rayan	Acocro	Huamanga	Riego	608644.284	8534225.703	27.54	868501.44
16	Quebrada	Chawpiorcco	Rayan	Acocro	Huamanga	Riego	609798.9232	8534781.822	8.472	267172.992
17	Quebrada	Tantamiyocc	Rayan	Acocro	Huamanga	Riego	609794.5288	8534791.452	7.461	235290.096
18	Quebrada	Rumimachay	Lucaspata	Acos vinchos	Huamanga	Riego	607096.2881	8541244.2	6.493	204763.248
19	Quebrada	Huamanconca	Mayopampa	Acos vinchos	Huamanga	Riego	604100.1799	8541053.703	6.581	207538.416
20	Quebrada	Chacahuaycco	Matarilla	Acos vinchos	Huamanga	Riego	606129.6745	8546312.784	5.8401	184173.3936
21	Quebrada	Ccanohuaycco	Ustuna	Acos vinchos	Huamanga	Riego	600778.3903	8542874.932	8.301	261780.336
22	Quebrada	Mataricca	Quichkapata	Acos vinchos	Huamanga	Riego	600377.8094	8543532.783	18.73	590669.28
23	Quebrada	Parccaupata	Collpa	Acos vinchos	Huamanga	Riego	599271.9446	8544459.564	38.52	1214766.72
24	Quebrada	Chupaya	Ayahuarco	Acos vinchos	Huamanga	Riego	597586.368	8547866.491	32.54	1026181.44
25	Quebrada	Ccahi	Ccaji	Acos vinchos	Huamanga	Riego	599880.0489	8552255.877	12.583	396817.488
26	Quebrada	Vantipampa	Ccaji	Acos vinchos	Huamanga	Riego	599797.5263	8552477.052	18.429	581176.944
27	Quebrada	Machaycancha	Quisuar	Acos vinchos	Huamanga	Riego	599636.5688	8555347.687	15.375	484866
28	Quebrada	Collpa	Larampata	Acos vinchos	Huamanga	Riego	596365.4551	8551256.645	35.762	1127790.432
29	Quebrada	Oscohuillca	Ccollcca	Quinoa	Huamanga	Riego	594084.6663	8554288.975	43.627	1375821.072
30	Quebrada	Acraypampa	Sallalli	Quinoa	Huamanga	Riego	593733.5106	8554975.175	54.8572	1729976.659
31	Quebrada	Andrespata	Sallalli	Quinoa	Huamanga	Riego	593732.1583	8554974.633	67.835	2139244.56
32	Quebrada	Laranpata	Pamparqui	Acos vinchos	Huamanga	Riego	594595.3808	8548232.758	86.265	2720453.04
33	Quebrada	Yucaes	Cachipampa	Quinoa	Huamanga	Riego	587229.2138	8550939.353	121.63	3835723.68
<b>VOLUMEN TOTAL DISPONIBLE (m3)</b>										<b>14137311.28</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### d. Manantiales

Dentro de la Sub Cuenca Yucaes Margen Derecha se ha inventariado los manantiales o puquios más relevantes, los cuales tienen como fines de uso el consumo humano y de riego, además contribuyen al caudal del río Yucaes. Los resultados de este inventario se muestran en la tabla 3.5, el inventario se realizó el 15 de Julio del 2016.

**Tabla 3.5. Inventario de manantiales de la sub Cuenca Yucaes margen derecha**

INVENTARIO DE MANANTIALES DE LA SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA										
N°	Tipo de Fuente	Nombre de fuente	Ubicación			Fines de uso	Coordenas UTM		Caudal (lps)	Masa Anual (m3/año)
			Lugar	Distrito	Provincia		Norte	Este		
1	Manantial	Antonhuanacucho	Sallalli	Quinua	Huamanga	Poblacional	8555617.273	595033.378	2.34	73794.24
2	Manantial	Huiruipagna	Huiruipagna	Acos Vinchos	Huamanga	Mixto	8554402.426	596786.449	1.34	42258.24
3	Manantial	Ccatunllihua	Collpa	Acos Vinchos	Huamanga	Mixto	8553602.779	599287.907	0.96	30274.56
4	Manantial	Ultuccochahuaycco	Urpay bajo	Acos Vinchos	Huamanga	Mixto	8548267.142	600618.984	2.31	72848.16
5	Manantial	Chankilhuaycco	Paucarpata	Acos Vinchos	Huamanga	Poblacional	8547313.077	602928.539	3.04	95869.44
6	Manantial	Chaupiloma	Huaychao	Acos Vinchos	Huamanga	Mixto	8545207.278	605488.038	0.86	27120.96
7	Manantial	Mutuyhuaycco	Ollucopampa	Acos Vinchos	Huamanga	Poblacional	8544589.041	607354.640	1.76	55503.36
8	Manantial	Chulluhuaycco	Huamancocha	Acos Vinchos	Huamanga	Mixto	8542417.145	607814.793	2.98	93977.28
9	Manantial	Tarascapampa	Patacorral	Acos Vinchos	Huamanga	Mixto	8540994.698	604792.091	2.04	64333.44
10	Manantial	Quinuas	Quinuas	Acocro	Huamanga	Mixto	8532598.967	610418.728	1.28	40366.08
<b>VOLUMEN TOTAL DE PRODUCCIÓN (m3)</b>										<b>596345.76</b>

Fuente: Elaboración propia.

### e. Bofedales

Dentro de la Sub Cuenca Yuaces se han ubicado dos bofedales, cuyas características se muestran en la tabla 3.6, el inventario se realizó el 15 de Julio del 2016.

**Tabla 3.6. Inventario de bofedales de la Sub Cuenca Yuaces margen derecha**

INVENTARIO DE BOFEDALES DE LA SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA								
N°	Tipo de Fuente	Nombre de fuente	Ubicación			Coordenas UTM		Area (m2)
			Lugar	Distrito	Provincia	Norte	Este	
1	Bofedal	Ccaji	Ccaji	Acos vinchos	Huamanga	8555136.497	602617.335	5453.64
2	Bofedal	Pampahuerta	Huancarama	Acos vinchos	Huamanga	8543898.591	608592.328	2816.25

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. PLANTEAMIENTO DE PRÁCTICAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD HIDRICA SUPERFICIAL DE LA SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA

Dentro de los objetivos específicos del presente trabajo de investigación, se menciona plantear propuestas zonificadas para el aporte a la mejora de la disponibilidad hídrica superficial, a continuación, se plantean propuestas técnicas en las zonas evaluadas de la Sub Cuenca Yucaes margen derecha.

Construcción de diques de piedra con núcleos de arcilla, que permiten el almacenamiento de la lluvia en recipientes naturales. Con este procedimiento se consigue que el agua, al infiltrarse a través del suelo y subsuelo, alimente a los acuíferos que dan origen a los pequeños manantiales, llamados “ojos de agua” o puquios. También estos afluentes se convierten en bofedales, tan importantes para el mantenimiento del ecosistema, y que luego de varias temporadas de lluvia, propician la estabilidad de las grandes lagunas.



**Fotografía 3.1. Vista de la laguna Pucyoccocha**

En la fotografía 3.3 se puede observar la laguna Pucyoccocha con un área de 65144.22 m<sup>2</sup>, y un volumen estimado de 162860.64 m<sup>3</sup>, el cual se puede aprovechar en las

épocas de precipitaciones, se propone la construcción de un dique de 1.00 metro de altura, el cual nos permitirá aumentar el volumen en un 23%, aumentando el volumen de 200318.58 m<sup>3</sup>.



**Fotografía 3.2. Vista de la laguna Qelloccochoa**

En la fotografía 3.4 se puede observar la laguna Qelloccochoa con un área de 21746.91 m<sup>2</sup>, y un volumen estimado de 54367.27 m<sup>3</sup>, el cual se puede aprovechar en las épocas de precipitaciones, se propone la construcción de un dique de 1.20 metro de altura, el cual nos permitirá aumentar el volumen en un 20%, aumentando el volumen de 65264.724 m<sup>3</sup>.

En el siguiente cuadro se muestra un resumen del volumen estimado a incrementarse por laguna mediante la propuesta técnica descrita.

**Tabla 3.7. Volumen final estimado después del tratamiento**

LAGUNA	AREA (m2)	VOLUMEN ACTUAL (m3)	CONSTRUCCION DIQUE (m)	% DE VOLUMEN ESTIMADO A INCREMENTARSE	VOLUMEN FINAL (m3)
Pucyoccocha	65144.22	162860.54	1.00	23	200318.47
Parionaccocha	80686.58	266265.71	0.80	25	332832.14
Huatayccochoa	196350.49	518365.29	1.30	28	663507.58
Qellocchoa	21746.91	54367.27	1.20	20	65240.73
Mulco	17718.66	40752.91	1.70	18	69279.94
Urpay Alto	13314.13	28092.82	1.50	22	42139.23
Yanaccocha 2	9922.56	20837.37	1.20	23	25004.84
Yanaccocha	28293.28	89689.70	1.10	21	98658.67
Ceralccochoa	40828.23	3692.32	1.20	27	4430.79

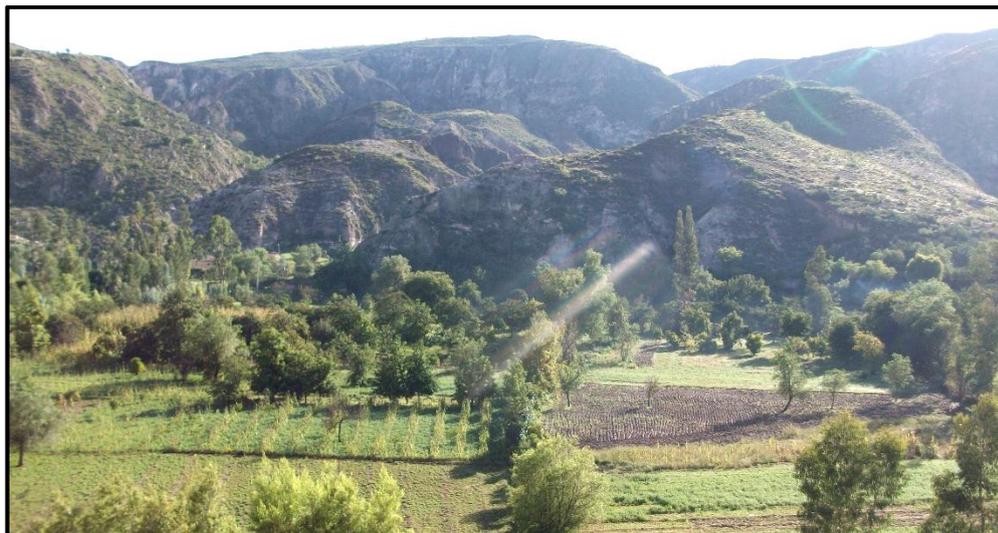
**Fuente:** Elaboración propia.

Construcción de terrazas en el sector I (centro poblado de Sallalli) en el cual se puede observar la formación de cárcavas por la erosión del escurrimiento superficial, las terrazas serán de 1m de alto distanciados entre sí por curvas de nivel previamente identificadas, en este caso a cada 2m por la pendiente mostrada.



**Fotografía 3.3. Erosión hídrica en el CC.PP. de Sallalli**

Forestación del sector II (centro poblado de Yuncapata), el cual se observa en inicios de erosión hídrica, se recomienda la forestación con plantones de Ciprés, o con plantones de la zona como el Huarango, Tara, Cantuta, sauce, molle, etc.



**Fotografía 3.4. Área a forestar en el CC.PP. de Yuncapata**

Construcción de zanjas de infiltración en el sector III (centro poblado de Collpa y Laranpata) con el objetivo de interceptar el agua de escorrentía que proviene de la parte alta de la ladera, anulando su velocidad y permitiendo una mayor infiltración. De esta manera obteniendo alta producción de pastos, árboles o cultivos; reducción de la erosión hídrica del suelo y aumento el número de manantiales y el caudal de agua de estos en las partes más bajas, disminuye el riesgo de inundación y deslizamiento. La zanja de infiltración debe tener un ancho de 0,40 m con una profundidad de 0.40 m y un distanciamiento entre zanjas de 11 m de acuerdo al cuadro N° y a la pendiente del terreno.



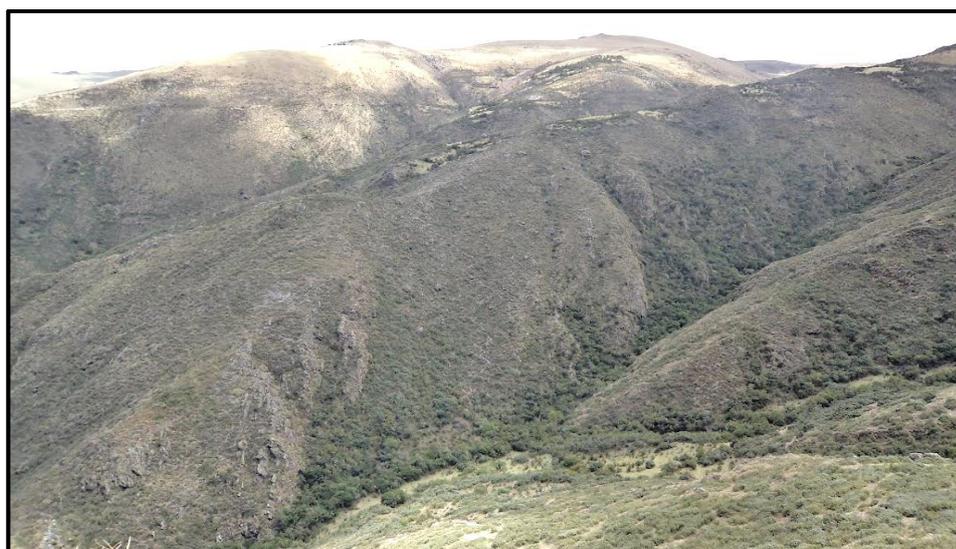
**Fotografía 3.5. Sector III en el CC.PP. de Laranpata**

Construcción de zanjas de infiltración en el sector IV (centro poblado de Urpay alto), debido a la fuerte pendiente de aproximadamente 40%, construir zanjas de infiltración de un ancho de 0,40 m con una profundidad de 0.40m y un distanciamiento entre zanjas de 12 m.



**Fotografía 3.6. Sector IV CC.PP. de Urpay Alto**

Construcción de terrazas y zanjas de infiltración en el sector V (centro poblado de Lucaspata), en la parte de pendiente moderada, construir terrazas de 1m de alto y 2m de distancia entre terrazas. En las partes más pronunciadas construir zanjas de infiltración de un ancho de 0,40 m con una profundidad de 0.40m y un distanciamiento entre zanjas de 12 m.



**Fotografía 3.7. Sector V CC.PP. de Lucaspata**

Construcción de terrazas en el sector VI (centro poblado de Tallana y Colcca), según la pendiente moderada y curvas de nivel identificadas construir terrazas de 1m de alto y 1.5m de distancia entre terrazas.



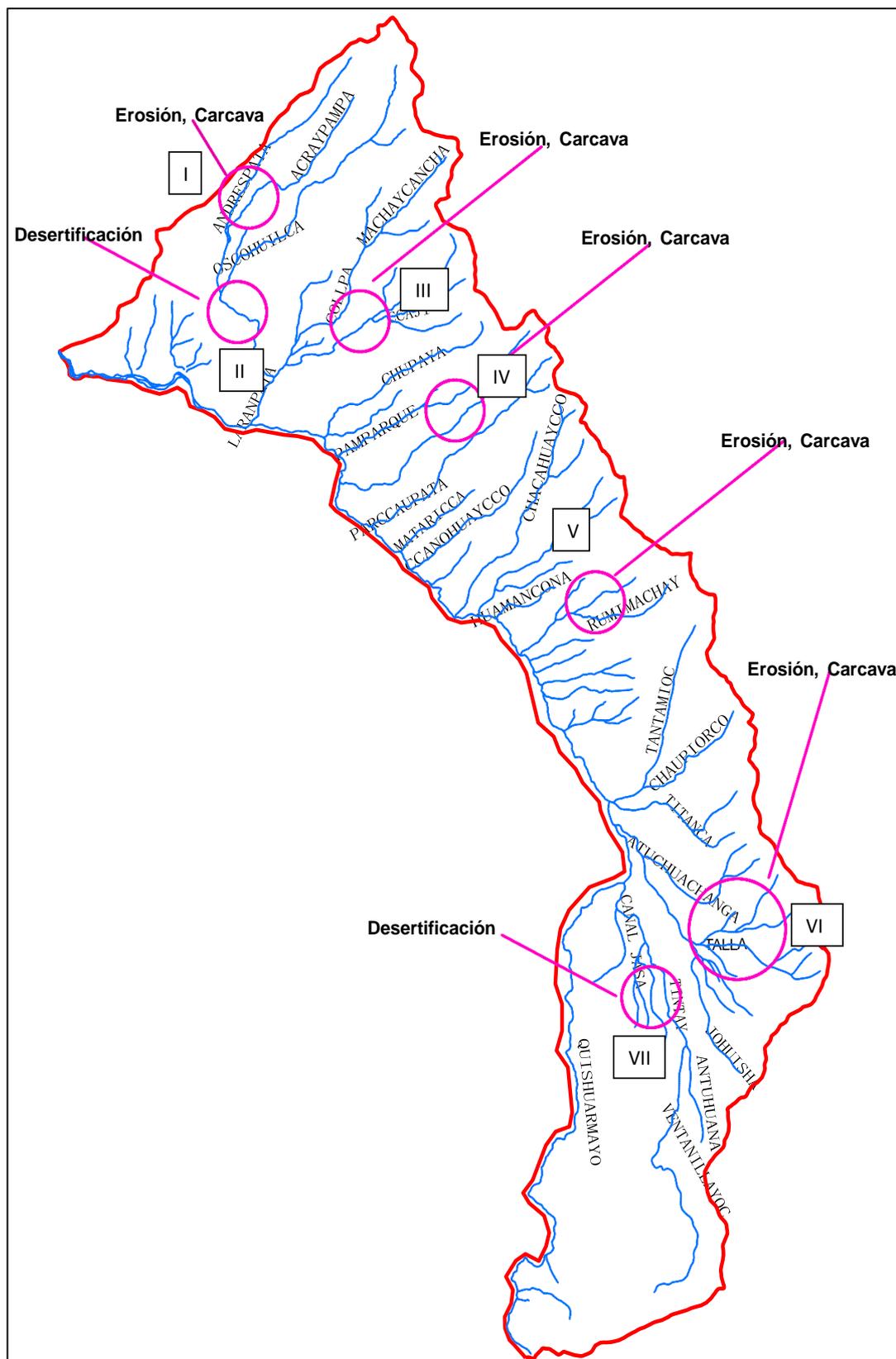
**Fotografía 3.8. Sector VI CC.PP. de Tallana**

Forestación en el sector VII (centro poblado de Tarhuiyocc), forestar con plántones de Cipres, o Huarango.

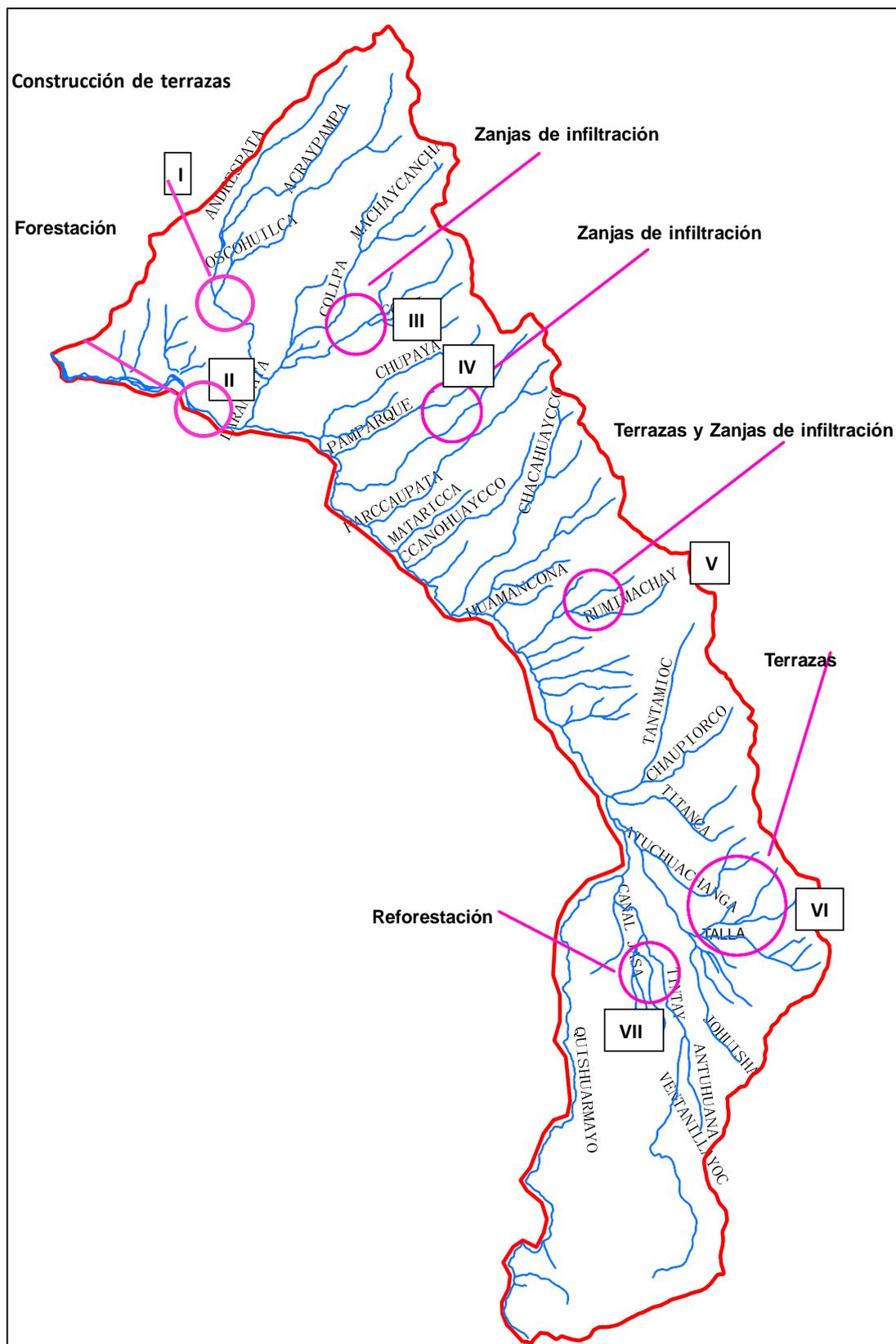


**Fotografía 3.9. Sector VIII CC.PP. de Tarhuiyocc**

A continuación, se muestran 2 figuras a modo de resumen de las zonas críticas, así como de las propuestas técnicas para su respectiva solución.



**Figura 3.4. Mapa de zonas críticas ubicadas dentro de la Sub Cuenca Yucaes margen derecha.**



**Figura 3.5. Mapa de propuesta técnica para la Sub Cuenca Yucaes margen derecha.**

## **CAPITULO IV**

### **DISCUSIÓN**

1. Según los resultados obtenidos de los parámetros geomorfológicos de la sub Cuenca Yucaes, tenemos que el área de la cuenca es de  $146.91 \text{ km}^2$ , denominándosele una cuenca pequeña de acuerdo a la clasificación en la tabla 1.1. La sub cuenca Yucaes según el punto de salida que tiene, la cual está ubicada en los límites de la cuenca, según la figura 1.1 es considerada Cuenca Exorreica, o que tiene la cualidad de verter sus aguas en una tercera entidad.
2. Según los resultados obtenidos de la pendiente de río principal y al ser de  $0.03 \text{ m/m.}$ , o de  $3.12\%$  según la tabla 1.3 indica que hay menor rapidez en el viaje de la escorrentía, consecuentemente se tiene problemas de inundaciones en las partes bajas.
3. Se obtuvo un coeficiente de compacidad de  $2.17$  lo cual nos indica la forma alargada de la sub Cuenca Yucaes, Según la figura 1.2 un coeficiente de compacidad cercana o igual a  $1.0$  indicaría que la forma de la cuenca es casi una circunferencia.
4. Con respecto a la densidad de drenaje se obtuvo  $0.25 \text{ km/km}^2$ , según la tabla 1.4 indica un drenaje pobre para valores que se acercan a  $0.50 \text{ km/km}^2$ , sin embargo, esto se debería a la forma alargada de la Cuenca y al área que ésta tiene.
5. El tipo de corriente de la sub Cuenca es Perenne, y se considera así debido a las encuestas realizadas, que corroboran que este Río durante toda la época del año mantiene un Caudal, caudal que varía entre épocas de precipitaciones y épocas de ausencia de lluvias.

6. El inventario de recursos hídricos superficiales de la sub Cuenca Yucaes margen derecha tiene por finalidad conocer real y sistemáticamente la disponibilidad hídrica actual existente, es así que estos resultados se detallan en las tablas 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6, sin embargo, estos resultados corresponden al mes de junio época de ausencia de lluvias.
7. Del inventario se obtuvo un total de 10 lagunas en las partes altas, 33 quebradas, 10 manantiales, y 2 bofedales, sin embargo, mediante el recorrido de campo realizado se observó grandes extensiones de terrenos cultivables, pero no aprovechados a falta de del recurso hídrico, es así que se planteó medidas técnicas para el aumento y mejora de los recursos hídricos de la sub cuenca Yucaes margen derecha.
8. El incremento de los recursos hídricos superficiales de la sub cuenca Yucaes margen derecha, es una propuesta muy pocas veces difundida dentro de nuestra región, es por eso que se plantea propuestas técnicas como: la construcción de un dique, zanjias de infiltración, terrazas agrícolas, y la forestación, medidas que contribuirán notablemente en el incremento de estos recursos hídricos superficiales y no superficiales.
9. Con el inventario de recursos hídricos superficiales y creación de mapas temáticos, se brinda una base de datos de consulta para todo aquel interesado en proyectos de todo ámbito, además de reforzar y contrastar con mapas temáticos existentes, para un mejor diagnóstico.

## CONCLUSIONES

Con el desarrollo del presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se encontró los parámetros geomorfológicos de la Sub Cuenca Yucaes, dichos parámetros nos ayudan en el diagnóstico de las principales características de la Cuenca.
2. Se obtuvo una base de datos conteniendo los recursos hídricos superficiales más relevantes dentro de la Sub Cuenca Yucaes margen derecha y sus respectivas características (10 lagunas en las partes altas, 33 quebradas, 10 manantiales, y 2 bofedales).
3. Se obtuvo 02 esquemas: en el primer esquema se tiene identificado las zonas más vulnerables dentro de la Sub Cuenca Yucaes margen derecha; mientras que en el segundo esquema se tiene las respectivas propuestas técnicas para dar en gran parte solución a la escases del recurso hídrico superficial dentro de esta Cuenca.
4. Se obtuvo 4 mapas temáticos con la ayuda del programa ArcGIS 10.2, con información georreferenciada que corresponde a los recursos hídricos superficiales de la Sub Cuenca Yucaes margen derecha: mapa N° 03 (Lagunas), mapa 4 (Quebradas) mapa N° 05 (Manantiales) mapa N° 06 (Bofedales).

## RECOMENDACIONES

Al concluir el presente proyecto se sugiere las siguientes recomendaciones:

1. Se sugiere a los interesados en realizar trabajos de investigación afines a recursos hídricos recabar información de diferentes entidades y estudiarlas a detalle ya que mucha de esta información está desfasada y desactualizada.
2. Se recomienda la instalación de puntos de aforo de caudal en lugares estratégicos y en tributarios significativos de la Sub Cuenca Yucaes Margen Derecha, para el constante monitoreo durante todo el año, así como personal encargado de las lecturas periódicas.
3. Se sugiere para próximos estudios similares tomar las precauciones necesarias para el recorrido de la Cuenca, así como un guía, implementos de seguridad, y formatos preestablecidos y estandarizados para una mejor recopilación de información.
4. Se debe tomar más en cuenta la gestión del recurso hídrico en la Cuenca Yucaes ya que mantiene un gran potencial para solucionar problemas de escasez de recursos hídricos, así como de plantear muchas más propuestas técnicas direccionadas a la correcta gestión de los recursos hídricos.
5. Se recomienda fortalecer el trabajo de investigación, con trabajos técnicos y científicos juntamente con entidades de por sí involucradas en temas de gestión de recursos hídricos, así como de concientizar a otros entes y actores directos como universidades, centros de investigación, población, y así trabajar conjuntamente para el desarrollo de actividades inherentes a la gestión de recursos hídricos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- VÁSQUEZ A. (2000). Manejo de Cuencas Alto andinas Tomo II. UNALM “La Molina”. II Edición. 2000.
- AGUIRRE N. (2007). Manual para el manejo sustentable de Cuencas hidrográficas. Universidad Nacional de Loja.
- CHEROQUE W. (1980). Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil. Edición. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- DIRECCIÓN ZONAL AGRORURAL AYACUCHO. (2014). Zanjas de infiltración. 1<sup>ra</sup> Edición. Lima-Perú.
- HORTON, R. (1932). Características de la Cuenca de drenaje trans. Unión Geofísica Americana. 350- 361.
- LOPEZ R. (2009). Modelación Hidrológica de la Micro Cuenca Lempa Alto. San Salvador. Tesis para optar título de Ingeniería Civil. Universidad de San Salvador.
- DE LOS RIOS J. (2000). Aforo Método de Medición Manual. Lima: 14 pg.
- MAMANI W. Y BALLIVIÁN J. (2008). Manual Técnico de rehabilitación y construcción de terrazas agrícolas. 1<sup>ra</sup> Edición.
- VILLARROEL M. (2012). Determinación de parámetros y características hidrogeomorfológicas de una Cuenca Centro de Levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales (CLAS). Programa de maestrías MPRH y MPRD. Lima-Perú.
- MEJIA M. (2001). Notas del Curso de Hidrología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- TAIPE R. Y CAYO L. (2008). Modelamiento Hidrológico. Perú, 1<sup>ra</sup> Edición.
- RUIZ J. (2001). Hidrología, evolución y visión sistémica, la morfometría de Cuencas como aplicación. UNELLEZ. Barinas – Venezuela 298 pg.
- MONTOYA S. “Aplicación de sig. a recursos hídricos”. (en línea). <http://gidahatari.com/cu-es/curso-de-sig-en-la-gestion-del-agua>.
- VASQUEZ A. (1997). EL RIEGO. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima 2<sup>da</sup> Edición.
- VASQUEZ A. (2000). Manejo de Cuencas Alto andinas. TOMO I. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

- KRISTINE L. (1997). "Un Sistema de Codificación Topologically Global Cuencas de Drenaje y Stream Networks".  
<http://gis.esri.com/library/userconf/proc97/proc97/to350/pap311/p311.htm>
- TE V. (1994). Hidrología Aplicada. Colombia. 299 Pg.
- VILLON M. (2001). Hidrología estadística. Costa Rica, 2<sup>da</sup> Edición.
- VILLON M. (2002). Hidrología. Costa Rica, 2<sup>da</sup> Edición.
- VILLON M. (2008). HEC HMS. Costa Rica, 2<sup>da</sup> Edición.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1.**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**



**Vista panorámica de la Cuenca Yucaes**



**Ubicación de un manantial**



**Vista panorámica de la laguna Qellococha**



**Vista panorámica de la laguna Puccyochocha**



**Vista panorámica de la laguna Watayccocho**



**Aforo del río Yucaes método del flotador**



**Medición del ancho promedio del río Yucaes**



**Toma de medidas de la profundidad del río Yucaes**



**Lectura de ubicación con el GPS del río Yucaes**



**Aforo de manantial con el método volumétrico**

## ANEXO 2.

### HOJA DE CÁLCULOS DE PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

#### CARACTERIZACION GEOMORFOLOGICA DE LA MICROCUENCA YUCAES

##### 1.- AREA DE LA MICROCUENCA YUCAES

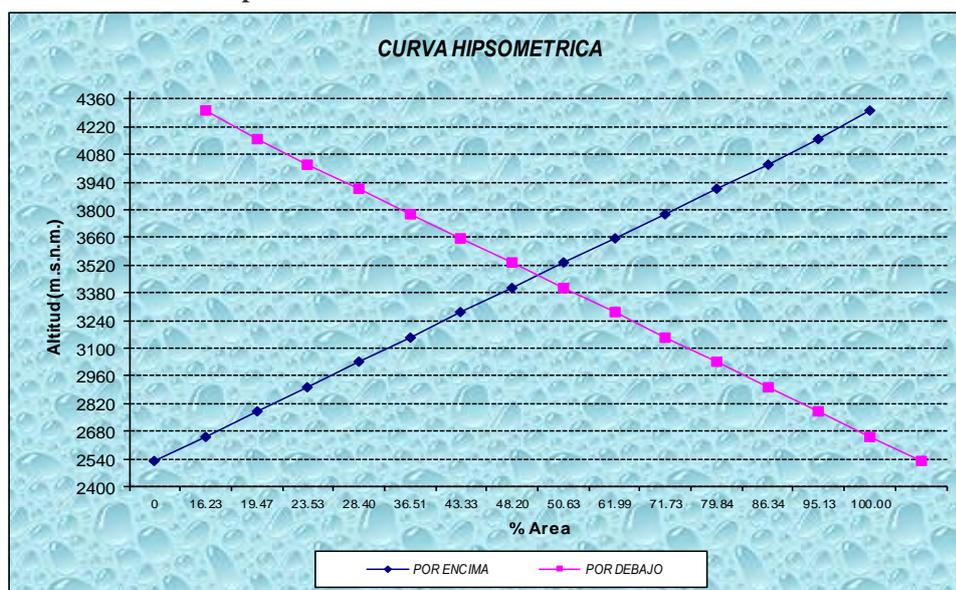
1.1.- Del procedimiento realizado sobre la carta digitalizada, resulta las siguientes Areas :

Area Total = 146.910 km<sup>2</sup>  
 Perimetro = 93.94 km.  
 Longitud = 37.30 Km. de río mas largo  
 Areas Parciales, se muestra en el cuadro siguiente:

ALTITUD m.s.n.m.	AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS			
	Km <sup>2</sup>	(%)	POR DEBAJO		POR ENCIMA	
			KM <sup>2</sup>	(%)	KM <sup>2</sup>	(%)
Punto + bajo						
2530	0	0	0	0	146.91	100.00
2655	23.84	16.23	23.8415	16.23	123.07	83.77
2780	4.77	3.25	28.60981	19.47	118.30	80.53
2905	5.96	4.06	34.5702	23.53	112.34	76.47
3030	7.15	4.87	41.72266	28.40	105.19	71.60
3155	11.92	8.11	53.64343	36.51	93.27	63.49
3280	10.01	6.82	63.65688	43.33	83.25	56.67
3405	7.15	4.87	70.80934	48.20	76.10	51.80
3530	3.58	2.43	74.38557	50.63	72.52	49.37
3655	16.69	11.36	91.07465	61.99	55.84	38.01
3780	14.30	9.74	105.37961	71.73	41.53	28.27
3905	11.92	8.11	117.30038	79.84	29.61	20.16
4030	9.54	6.49	126.837	86.34	20.07	13.66
4155	12.92	8.80	139.75777	95.13	7.15	4.87
4300	7.15	4.87	146.91023	100.00	0.00	0.00
Punto + alto						
<b>TOTAL</b>	<b>146.91</b>	<b>100.00</b>				

##### 2.- FACTOR DE RELIEVE

##### 2.1.- Cálculo de la curva Hipsométrica



2.2.- Altitud Med. = 3400 msnm (Intersección de las curvas hipsométrica)

## 2.3.- Altitud media Ponderada:

$$H = \frac{\sum a_i c_i}{A}$$

$$c_i = \frac{(c_i - c_{i-1})}{2}$$

ai	ci	ai*ci
23.842	2592.5	61809.09
4.768	2717.5	12957.88
5.960	2842.5	16942.41
7.152	2967.5	21224.925
11.921	3092.5	36864.981
10.013	3217.5	32218.275
7.152	3342.5	23907.098
3.576	3467.5	12400.578
16.689	3592.5	59955.520
14.305	3717.5	53178.689
11.921	3842.5	45805.559
9.537	3967.5	37836.540
12.921	4092.5	52878.251
7.152	4227.5	30237.025
<b>146.910</b>		<b>498216.82</b>

$$H = 3391.301 \text{ m.s.n.m.}$$

## 2.4.- Altitud Media Simple:

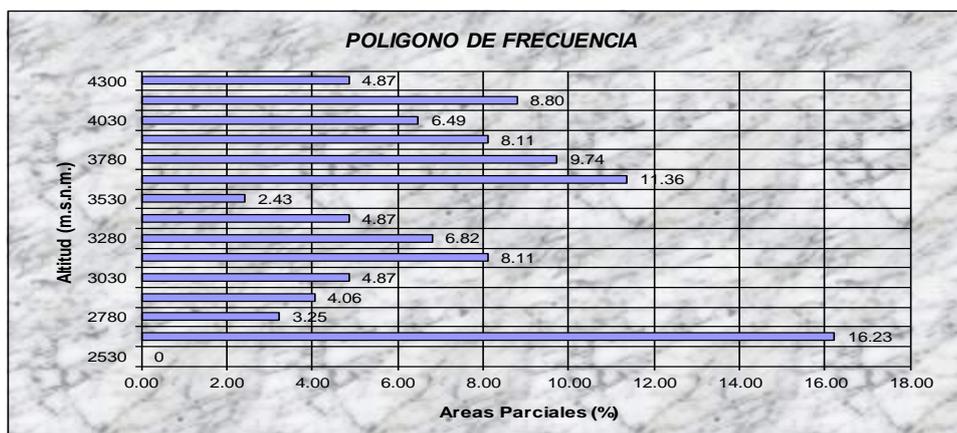
$$H_{ms} = \frac{(c_M + c_m)}{2}$$

$$CM = 4300$$

$$Cm = 2530$$

$$H_{ms} = 3415.00 \text{ m.s.n.m.}$$

## 2.5.- Polígono de Frecuencia de Area Parciales



## 3.- PARAMETROS DE FORMA:

## 3.1.- El Índice de Gravelious (K):

$$K = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

$$K = 2.1701141$$

## 3.2.- Rectángulo Equivalente

Lado Mayor

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left( 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

$$\text{Lado Menor } l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

$$\frac{K\sqrt{A}}{1.12} = 23.485$$

$$\left( \frac{1.12}{K} \right)^2 = 0.266$$

$$\left( \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K} \right)^2} \right) = 0.857$$

$$L = 43.601$$

$$l = 3.369$$

	A (Km2)	Li (Km)
2530	0.00	0.00
2655	23.84	7.08
2780	28.61	8.49
2905	34.57	10.26
3030	41.72	12.38
3155	53.64	15.92
3280	63.66	18.89
3405	70.81	21.02
3530	74.39	22.08
3655	91.07	27.03
3780	105.38	31.27
3905	117.30	34.81
4030	126.84	37.64
4155	139.76	41.48
4300	146.91	43.60

### 3.3.- Factor Forma:

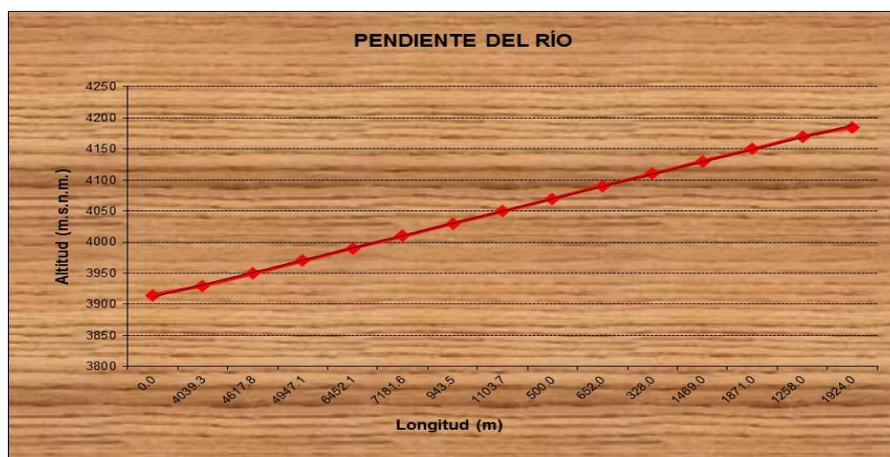
$$F_f = \frac{l}{L} = \frac{A}{L^2} \quad F_f = \begin{matrix} 0.07728 \\ 0.07728 \end{matrix}$$

### 4.- PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO

Longitud (m)	Cota	Desnivel	S	1/(S)^0.5
0	2530			
4039	2655	125	0.03	5.684592
4618	2780	125	0.03	6.078040
4947	2905	125	0.03	6.291004
6452	3030	125	0.02	7.184467
7182	3155	125	0.02	7.579773
943	3280	125	0.13	2.747301
1104	3405	125	0.11	2.971463
500	3530	125	0.25	2.000000
652	3655	125	0.19	2.283856
328	3780	125	0.38	1.619877
1469	3905	125	0.09	3.428119
1871	4030	125	0.07	3.868850
1258	4155	125	0.10	3.172381
1924	4300	145	0.08	3.642659
				58.552382

$$S = \left[ \frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right]^2 \quad S = 0.05716983$$

(Según Taylor y Schwarz)



## 5.- PARAMETROS RELACIONADOS CON LA RED HIDROGRÁFICA

### 5.1.- Densidad de Drenaje:

$$D_d = \frac{L_i}{A}$$

L = 37.30      Long.Total Río (Km)  
A = 146.91      Area Cuenca

$$D_d = 0.2539$$

### 5.2.- Frecuencia de los Ríos:

$$Fr = N^\circ \text{ cauces}/A \qquad N^\circ \text{ Cauces} = 7$$

$$Fr = 0.0476481$$

### 5.3.- Extensión media del Escurrimiento Superficial (Es):

$$Es = A/4L_i$$

$$Es = 0.984653$$

### 5.4.- Tiempo de Concentración (Tc) , Segú Kirpich

$$T_c = \left( \frac{0.87 L^3}{H} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 3.623583$$

## 6.- OTROS PARAMETROS

### 6.1 -Indice de Pendiente (Ip)

$$I_p = \sum_{i=1}^n \sqrt{\beta_i (a_i - a_{i-1})} \frac{1}{\sqrt{L}}$$

$$\beta_i = \frac{A_i}{A_r}$$

$$1/(L)^{0.5} \quad 0.1514447$$

1	2	3	4	5	6
Ai	Bi = Ai/At	ai - ai-1	Bi* (ai -Ai-1)	Raíz (4)	5 * 1/(L)^0.5
0	0	0	0	0	0
23.84	0.34718946	125	43.398682	6.587768	0.997682
28.61	0.41662749	125	52.078437	7.216539	1.092907
34.57	0.50342508	125	62.928135	7.932726	1.201369
41.72	0.60758206	125	75.947757	8.714801	1.319810
53.64	0.78117708	125	97.647135	9.881656	1.496524
63.66	0.92699694	125	115.874618	10.764507	1.630228
70.81	1.03115392	125	128.894241	11.353160	1.719376
74.39	1.08323242	125	135.404052	11.636325	1.762260
91.07	1.32626547	125	165.783184	12.875682	1.949954
105.38	1.53458002	125	191.822503	13.850000	2.097509
117.30	1.70817504	125	213.521880	14.612388	2.212969
126.84	1.84705111	125	230.881389	15.194782	2.301169
139.76	2.03520853	145	295.105237	17.178627	2.601612
146.91	2.13936552	145	310.208000	17.612723	2.667353
Ip =					25.050722

### 6.2.- Pendiente de la Cuenca

$$S = \frac{H}{L}$$

$$H = 1770.000$$

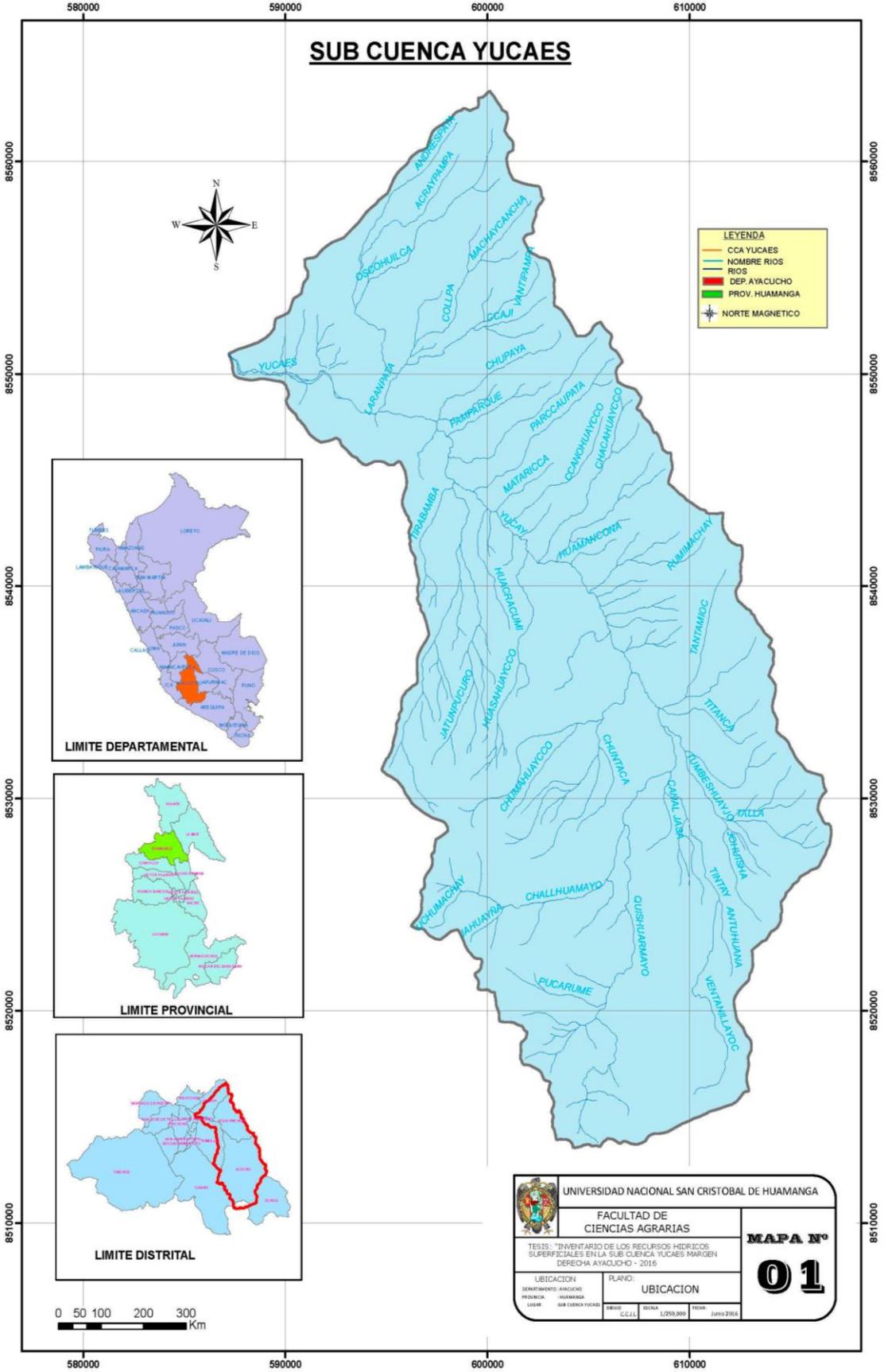
$$L = 43.601$$

$$S = 0.040596 \quad 4.06\%$$

### **ANEXO 3 MAPAS**

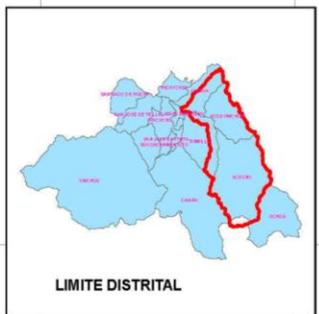
- MAPA N° 01: UBICACIÓN
- MAPA N° 02: CLAVE
- MAPA N° 03: INVENTARIO LAGUNAS
- MAPA N° 04 INVENTARIO QUEBRADAS
- MAPA N° 05 INVENTARIO MANANTIALES
- MAPA N° 06 INVENTARIO BOFEDALES
- MAPA N° 07 UBICACIÓN RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES

# SUB CUENCA YUCAES



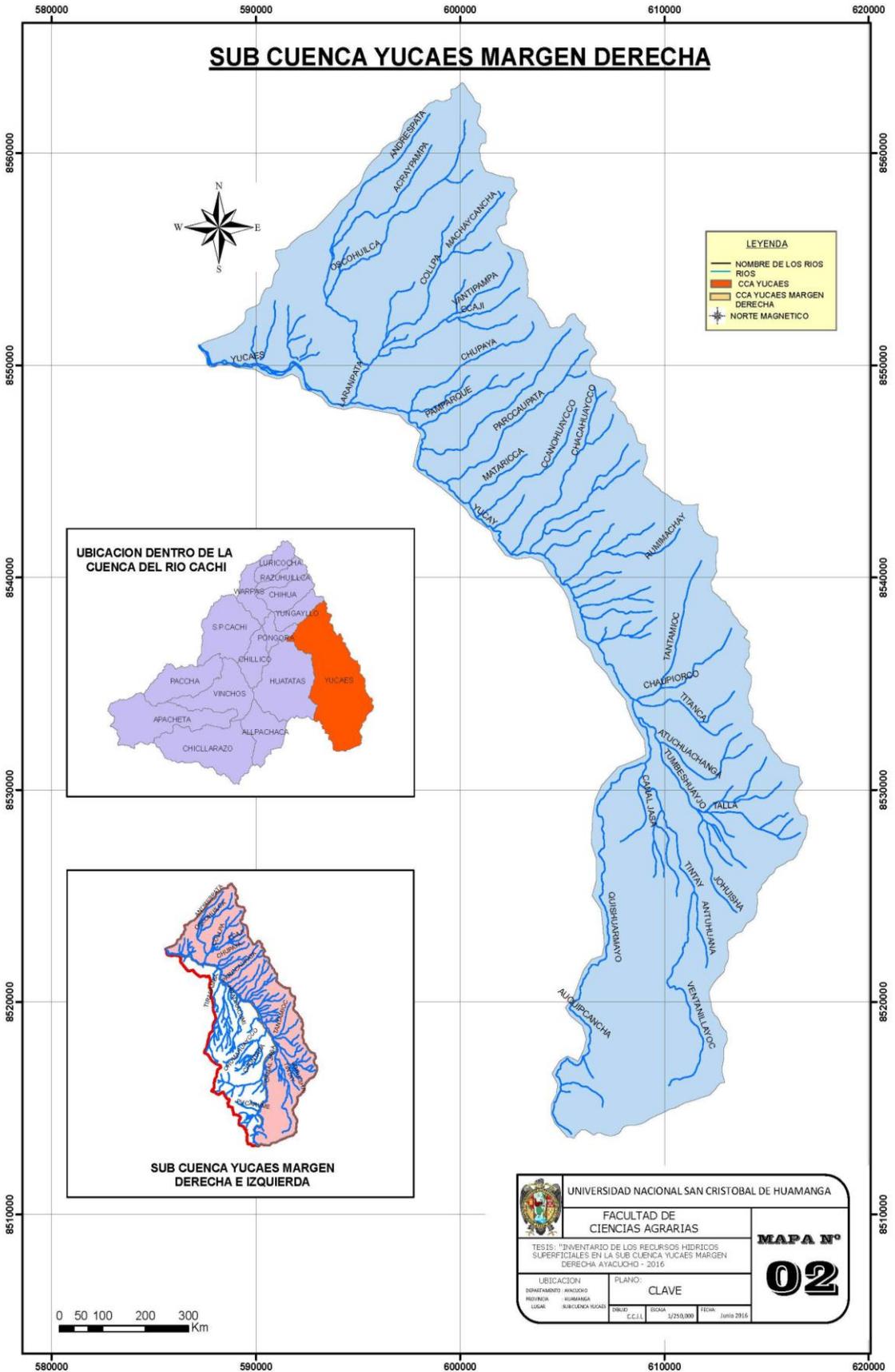
**LEYENDA**

- CCA YUCAES
- NOMBRE RIOS
- RIOS
- DEP. AYACUCHO
- PROV. HUAMANGA
- ⊕ NORTE MAGNETICO



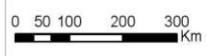
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA</b>		<b>MAPA N°</b>  <b>01</b>
<b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS</b>		
<small>TESIS: "INVENTARIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES EN LA SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA AYACUCHO - 2016"</small>		
<small>UBICACION</small> <small>DEPARTAMENTO: AYACUCHO</small> <small>PROVINCIA: HUAMANGA</small> <small>LUGAR: SUB CUENCA YUCAES</small>	<small>PLANO:</small> <b>UBICACION</b>	<small>FECHA:</small> JUNIO 2016
<small>ESCALA:</small> 1:250,000	<small>CC.LL.</small>	<small>FECHA:</small> JUNIO 2016

# SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA

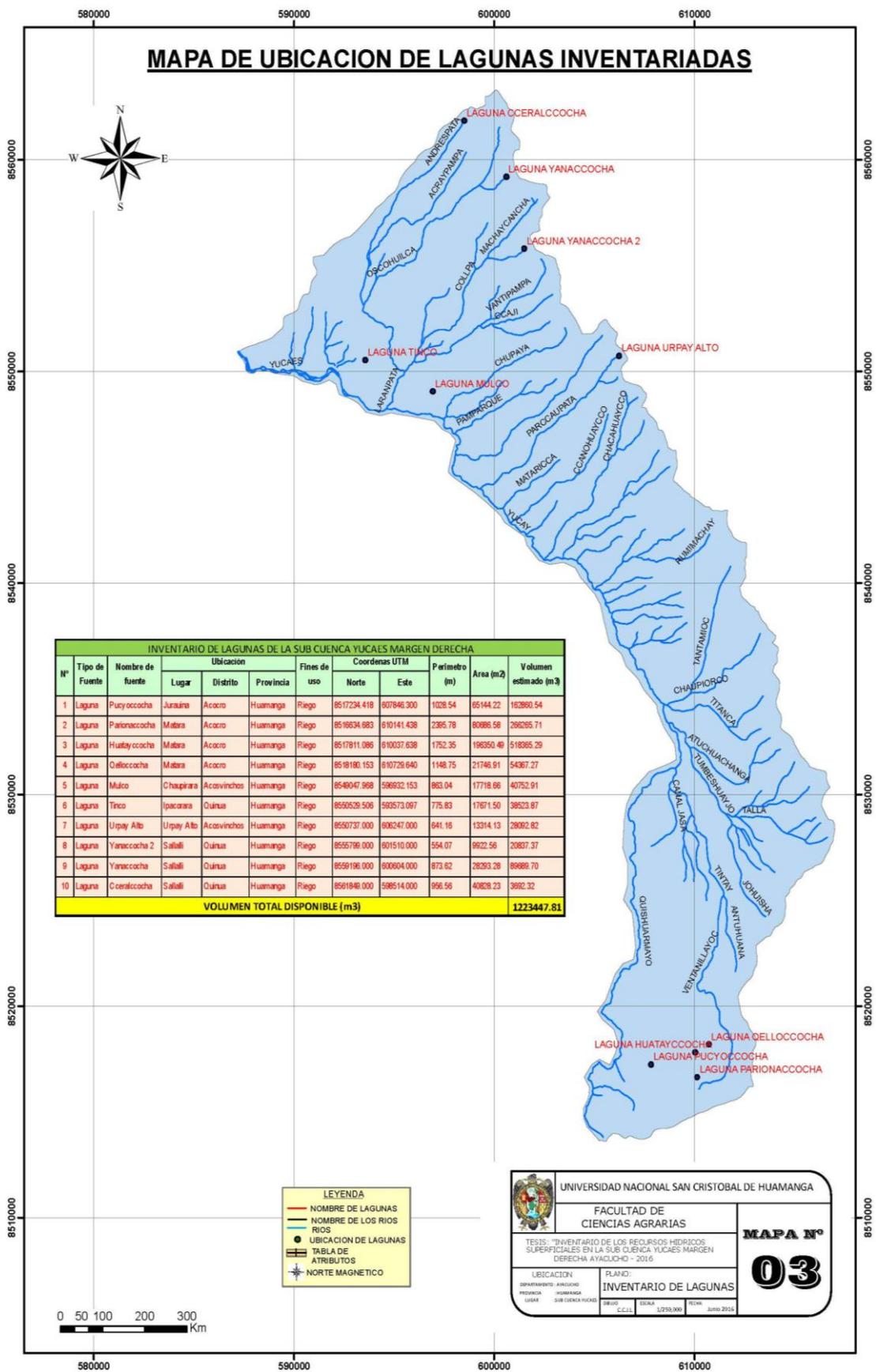


UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS	
TESIS: "INVENTARIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES EN LA SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA AYACUCHO - 2016"	
UBICACION	PLANO
DEPARTAMENTO AYACUCHO	CLAVE
PROVINCIA HUAMANGA	
LOCALIDAD SUBCUENCA YUCAES	
TRUJILLO	ESCALA 1/250,000
C.C.I.I.	FECHA Junio 2016

**MAPA N° 02**



# MAPA DE UBICACION DE LAGUNAS INVENTARIADAS



INVENTARIO DE LAGUNAS DE LA SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA											
N°	Tipo de Fuente	Nombre de fuente	Ubicación			Fines de uso	Coordenas UTM		Perimetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen estimado (m <sup>3</sup> )
			Lugar	Distrito	Provincia		Norte	Este			
1	Laguna	Pucyoccocha	Juraina	Acocro	Huamanga	Riego	8517234.418	807846.300	1028.54	85144.22	16280.54
2	Laguna	Parionaccocha	Matera	Acocro	Huamanga	Riego	8516534.983	810141.438	2385.78	80886.58	28235.71
3	Laguna	Huataycocha	Matera	Acocro	Huamanga	Riego	8517811.086	810037.638	1752.35	198350.48	518365.29
4	Laguna	Qeloccocha	Matera	Acocro	Huamanga	Riego	8518180.153	810729.640	1148.75	21748.91	54367.27
5	Laguna	Múlco	Chauptara	Acosvinchos	Huamanga	Riego	8548047.988	598932.153	883.04	17718.66	40752.91
6	Laguna	Tinto	Ipacorara	Quinua	Huamanga	Riego	8550529.506	593573.097	775.83	17871.50	38523.87
7	Laguna	Urpay Alto	Urpay Alto	Acosvinchos	Huamanga	Riego	8550737.000	608247.000	841.18	13214.13	28062.82
8	Laguna	Yanaccocha 2	Sallali	Quinua	Huamanga	Riego	8555798.000	801510.000	554.07	8922.56	20837.37
9	Laguna	Yanaccocha	Sallali	Quinua	Huamanga	Riego	8559198.000	800804.000	873.62	28293.28	89886.70
10	Laguna	Ceralccocho	Sallali	Quinua	Huamanga	Riego	8561948.000	598514.000	956.56	40828.23	3882.32
<b>VOLUMEN TOTAL DISPONIBLE (m<sup>3</sup>)</b>										<b>1223447.81</b>	

**LEYENDA**

- NOMBRE DE LAGUNAS
- NOMBRE DE LOS RIOS
- RIOS
- UBICACION DE LAGUNAS
- TABLA DE ATRIBUTOS
- ⊕ NORTE MAGNETICO

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

TESIS: "INVENTARIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES EN LA SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA AYACUCHO - 2016"

MAPA N° 03

UBICACION: AYACUCHO, HUAMANGA, SUB CUENCA YUCAES

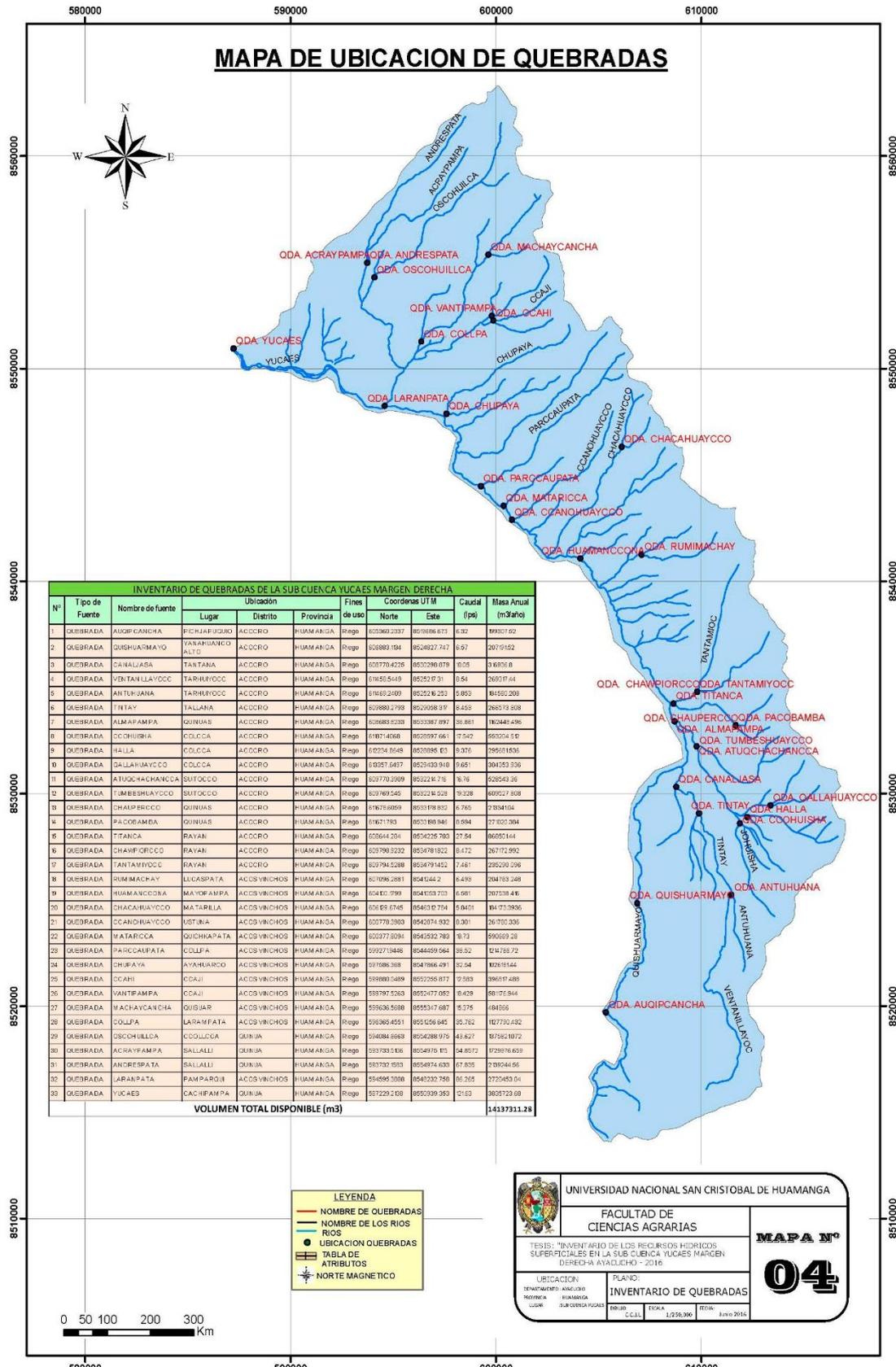
PLANO: INVENTARIO DE LAGUNAS

ESCALA: 1:250,000

FECHA: JUNIO 2016



# MAPA DE UBICACION DE QUEBRADAS



INVENTARIO DE QUEBRADAS DE LA SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA										
N°	Tipo de Fuente	Nombre de fuente	Ubicación			Fines de uso	Coordenas UTM		Caudal (lps)	Masa Anual (m <sup>3</sup> /año)
			Lugar	Distrito	Provincia		Norte	Este		
1	QUEBRADA	AUGIQCANCHA	PEÑAJAPIZCO	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	652360.2337	8519886.673	6.32	893571.92
2	QUEBRADA	QUSHUARMAYO	YANAHUANDI ALTO	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	652889.184	8524927.747	6.67	2071542
3	QUEBRADA	CAÑALIASA	TANTANA	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	650770.4228	8520298.079	0.05	3.6936.8
4	QUEBRADA	VENTANILLYCCO	TARHUAYCCO	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	61835.8449	8525219.31	0.54	269317.44
5	QUEBRADA	ANTUHUANA	TARHUAYCCO	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	61852.2109	8525216.253	0.883	94592.00
6	QUEBRADA	TINTAY	TALLANA	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	652888.2798	8520688.919	8.458	288718.308
7	QUEBRADA	ALMAFAMPA	QUINUAS	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	652888.8238	8520387.897	36.861	102445.496
8	QUEBRADA	COCHUISHA	COLCCA	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	61871.4068	8525997.661	7.542	952024.51
9	QUEBRADA	HALLA	COLCCA	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	62234.8548	8520386.83	9.378	298574.636
10	QUEBRADA	DALLAHUAYCCO	COLCCA	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	63857.6497	8520489.918	9.681	304353.836
11	QUEBRADA	ATUQHACHANCCA	SUITOCDO	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	652770.3509	8522216.775	6.76	528543.36
12	QUEBRADA	TUMBESHUAYCCO	SUITOCDO	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	652769.540	8522216.523	9.328	40927.868
13	QUEBRADA	CHAUPECCO	QUINUAS	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	61875.8859	8523178.852	6.765	213410.4
14	QUEBRADA	PACOBAMBA	QUINUAS	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	61871.783	8523180.846	0.584	27.023.304
15	QUEBRADA	TITANCA	RAYAN	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	652644.204	8524236.703	27.54	86295144
16	QUEBRADA	CHAMPORCCO	RAYAN	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	652798.2232	8524781.822	8.472	267172.892
17	QUEBRADA	TANTAYCCO	RAYAN	ACDCRO	HUAMANGA	Riego	652794.5288	8524791.422	7.481	236250.258
18	QUEBRADA	RUMIMACHAY	LUCASPATA	ACDC VINCOS	HUAMANGA	Riego	652796.2281	8524422	2.493	284763.248
19	QUEBRADA	HUMANCCO	MANOYAMPA	ACDC VINCOS	HUAMANGA	Riego	65443.799	8541533.723	0.981	202738.48
20	QUEBRADA	CHACHAHUAYCCO	MATARELA	ACDC VINCOS	HUAMANGA	Riego	65165.6748	8546312.754	5.0401	64173.3936
21	QUEBRADA	CCANOHUAYCCO	VSTURA	ACDC VINCOS	HUAMANGA	Riego	652778.3803	8542074.832	0.301	20.702.336
22	QUEBRADA	MATARICCA	QUICHAPATA	ACDC VINCOS	HUAMANGA	Riego	652777.8094	8542532.789	9.73	590693.28
23	QUEBRADA	PARCAURATA	COLLPA	ACDC VINCOS	HUAMANGA	Riego	592271.9446	8544859.964	35.32	124782.72
24	QUEBRADA	CHUPAYA	AYAHUARCO	ACDC VINCOS	HUAMANGA	Riego	597886.368	8547866.491	32.54	1026184.46
25	QUEBRADA	COCAHI	COCAHI	ACDC VINCOS	HUAMANGA	Riego	598880.1489	8522356.871	7.583	398317.488
26	QUEBRADA	VANTAMPAMPA	COCAHI	ACDC VINCOS	HUAMANGA	Riego	598787.5263	8522177.092	6.428	581075.844
27	QUEBRADA	MACHAYCANCHA	QUISUAR	ACDC VINCOS	HUAMANGA	Riego	596366.5698	8525177.687	6.576	484956
28	QUEBRADA	COLLPA	LARANPATA	ACDC VINCOS	HUAMANGA	Riego	596366.4551	8525256.845	35.782	127730.432
29	QUEBRADA	OSCOHUILLCA	OSCOHUILLCA	QUIBIA	HUAMANGA	Riego	594804.6939	8525889.978	45.827	1275010.72
30	QUEBRADA	ACRAYPAMPAMPA	SALLALI	QUIBIA	HUAMANGA	Riego	593783.636	8524975.875	54.8072	928916.659
31	QUEBRADA	ANDRESPATA	SALLALI	QUIBIA	HUAMANGA	Riego	593783.636	8524974.633	67.825	218944.86
32	QUEBRADA	LARANPATA	PAMPARQUE	ACDC VINCOS	HUAMANGA	Riego	594885.3006	8540232.758	65.265	2725483.04
33	QUEBRADA	YUCAES	CACHIPAMPA	QUINUA	HUAMANGA	Riego	597229.218	8520339.353	21.63	3835723.68
VOLUMEN TOTAL DISPONIBLE (m <sup>3</sup> )									14137311.28	

**LEYENDA**

- NOMBRE DE QUEBRADAS
- NOMBRE DE LOS RIOS
- RIOS
- UBICACION QUEBRADAS
- TABLA DE ATRIBUTOS
- NORTE MAGNETICO



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

MAPA N° 04

TESIS: INVENTARIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES EN LA SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA AYALUCHO - 2016

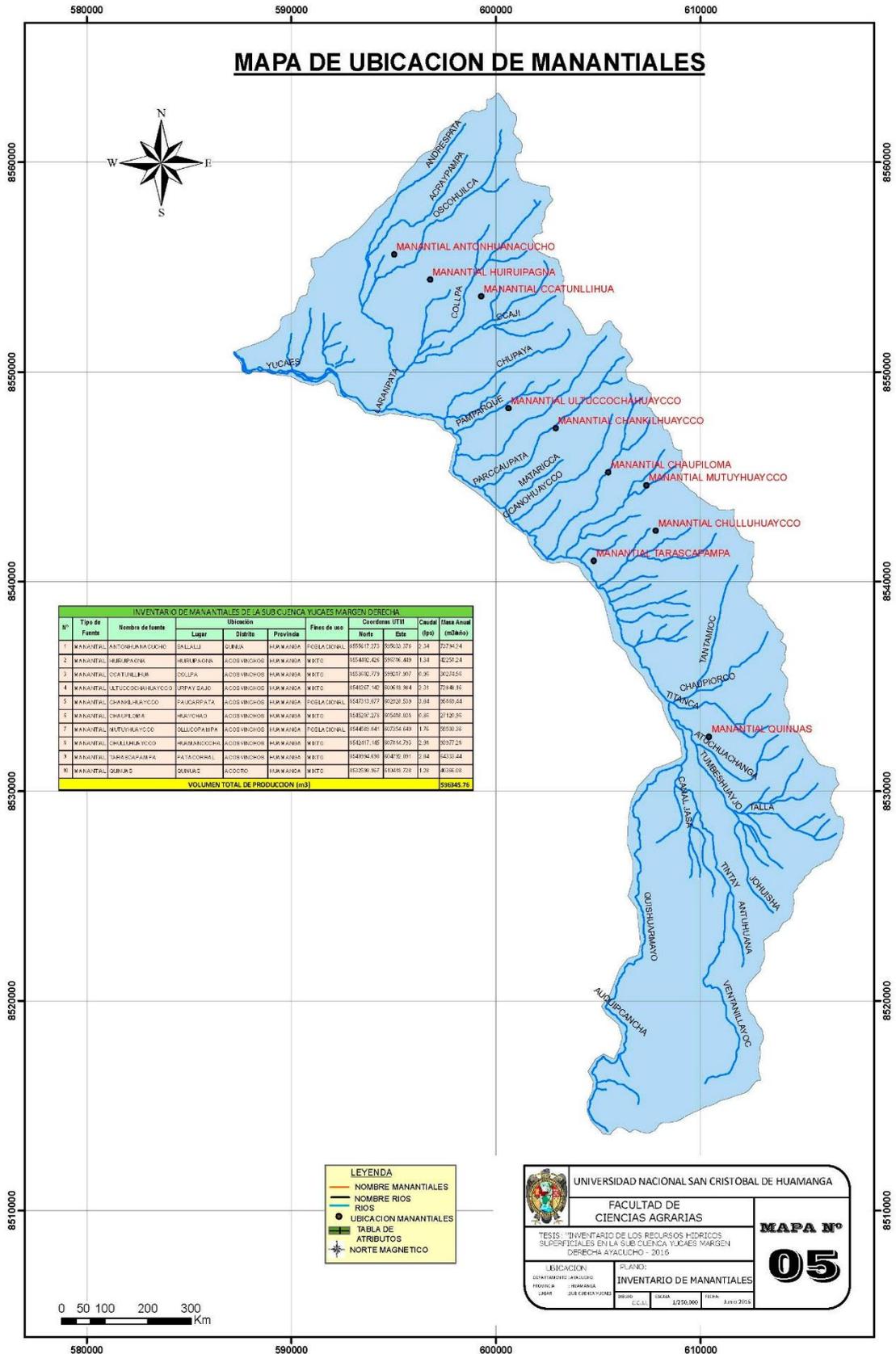
UBICACION: DEPARTAMENTO AYALUCHO, PROVINCIA HUAMANGA, SUB CUENCA YUCAES

PLANO: INVENTARIO DE QUEBRADAS

ESCALA: 1:250,000

FECHA: Junio 2016

# MAPA DE UBICACION DE MANANTIALES



INVENTARIO DE MANANTIALES DE LA SUB CUENCA YUCAYES MARGEN DERECHA										
N°	Tipo de Fuente	Nombre de fuente	Ubicación			Fines de uso	Coordenadas UTM		Caudal (l/s)	Base Anual (millones)
			Lugar	Distrito	Provincia		Norte	Este		
1	MANANTIAL	ANTONHUANACUCHO	SALLALI	URUBA	HUAMANGA	FOELA DIGNAL	585617.253	855032.376	2.34	25746.74
2	MANANTIAL	HUIRUPAGMA	HUIRUPAGMA	ACOBAYCHOS	HUAMANGA	MBITO	585480.428	855076.489	1.34	4229.24
3	MANANTIAL	CCATUNLLIHUA	COLIPA	ACOBAYCHOS	HUAMANGA	MBITO	585480.773	855071.307	0.36	3024.55
4	MANANTIAL	ULTCCOCHAMUAYCCO	URUPAYSAJO	ACOBAYCHOS	HUAMANGA	MBITO	584607.140	850611.904	2.31	2948.16
5	MANANTIAL	CHANKILHUAYCCO	PAUCARPATA	ACOBAYCHOS	HUAMANGA	FOELA DIGNAL	584733.477	852928.553	2.84	3659.44
6	MANANTIAL	CHAUPILOMA	HAYCHAS	ACOBAYCHOS	HUAMANGA	MBITO	584829.474	852668.035	0.86	2126.36
7	MANANTIAL	MUTUYHUAYCCO	OLLICOPAMPA	ACOBAYCHOS	HUAMANGA	FOELA DIGNAL	584830.841	852554.540	1.76	2650.38
8	MANANTIAL	CHULLUHUAYCCO	HUAMANCOCCHA	ACOBAYCHOS	HUAMANGA	MBITO	585617.185	852744.753	2.35	3077.28
9	MANANTIAL	TARASCAPAMPA	PATACORRAL	ACOBAYCHOS	HUAMANGA	MBITO	584894.439	848130.051	2.84	3430.44
10	MANANTIAL	ZUBIRO	ZUBIRO	ACCORO	HUAMANGA	MBITO	602836.967	851481.728	1.29	4638.08
VOLUMEN TOTAL DE PRODUCCION (m3)									598345.76	

**LEYENDA**

- NOMBRE MANANTIALES
- NOMBRE RIOS
- RIOS
- UBICACION MANANTIALES
- TABLA DE ATRIBUTOS
- NORTE MAGNETICO

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

MAPA N° 05

TESIS: "INVENTARIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES EN LA SUB CUENCA YUCAYES MARGEN DERECHA AYALUCHO - 2016"

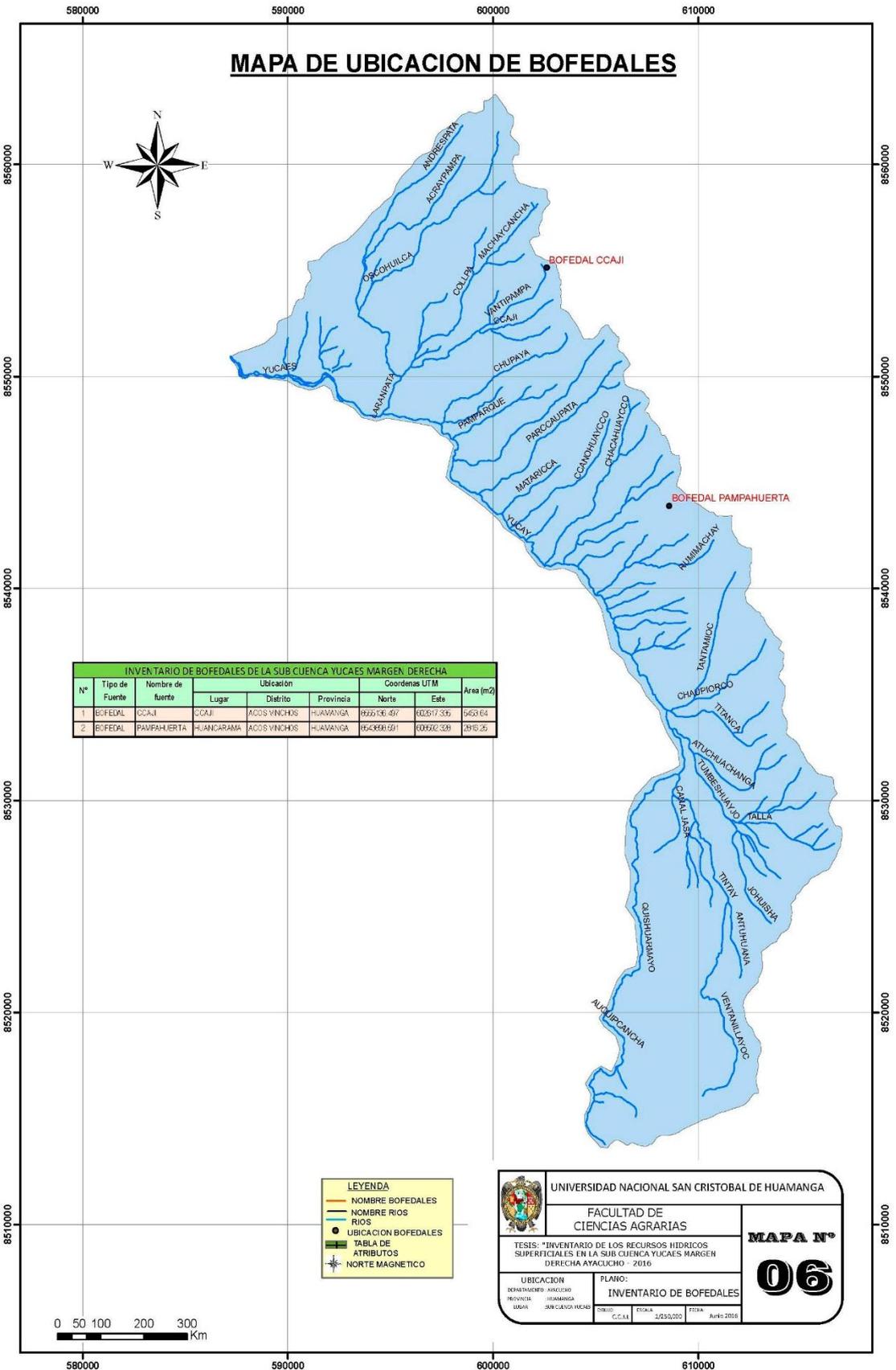
UBICACION: DEPARTAMENTO HUANCAYO, PROVINCIA HUAMANGA, SUB CUENCA YUCAYES

PLANO: INVENTARIO DE MANANTIALES

ELABORADO: E.C.C.A. ESCALA: 1:250,000 FECHA: Junio 2016



# MAPA DE UBICACION DE BOFEDALES



INVENTARIO DE BOFEDALES DE LA SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA								
N°	Tipo de Fuente	Nombre de fuente	Ubicación			Coordenas UTM		Area (m <sup>2</sup> )
			Lugar	Distrito	Provincia	Norte	Este	
1	BOFEDAL	CCAJI	CCAJI	ACOS VINCHOS	HUAVANGA	8556336.407	602517.336	5453.64
2	BOFEDAL	PAMPAHUERTA	HUANCARAMA	ACOS VINCHOS	HUAVANGA	8549881.651	603920.336	2816.25

**LEYENDA**

- NOMBRE BOFEDALES
- NOMBRE RIOS
- RIOS
- UBICACION BOFEDALES
- TABLA DE ATRIBUTOS
- ⊙ NORTE MAGNETICO

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

TESIS: "INVENTARIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES EN LA SUB CUENCA YUCAES MARGEN DERECHA AYACUCHO - 2016"

UBICACION: DEPARTAMENTO AYACUCHO, PROVINCIA HUAVANGA, DISTRITO HUANCARAMA, JUNTA COMUNAL HUACHO

PLANO: INVENTARIO DE BOFEDALES

ESCALA: 1/250,000

FECHA: Abril 2016

**MAPA N° 06**

