UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

"Ordenamiento de Cuencas y Gestión de la Formalidad de los Recursos Hídricos para uso Agrario Sostenible en la Comunidad Campesina Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

TESIS PARA OPTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:

Maicol Michael, Janampa Quispe

Ayacucho - Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Tesis

"Ordenamiento de cuencas y gestión de la formalidad de los recursos hídricos para uso agrario sostenible en la comunidad campesina Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

Expedito	**: 01 de diciembre de 2017**
Sustentado	**: 03 de enero de 2018**
Calificación	**: Muy bueno**
Jurados	**:**

……
Ing. RUBÉN ALFREDO MENESES ROJAS
Presidente del Jurado

……
Ing. LEÓNIDAS ALEJANDRO ARIAS BALTAZAR
Miembro del Jurado

……
Ing. EFRAÍN CHUCHÓN PRADO
Miembro del Jurado

……
Dr. JORGE EDMUNDO PASTOR WATANABE
Asesor

A mi Dios, mi padre, fortaleza de mi vida porque de él es la tierra y su plenitud, el mundo y los que en el habitan; por ser mi guía, darme sabiduría, conocimiento y paciencia para lograr mi objetivo.

A mis Padres: Pánfilo Janampa Méndez, Josefina Quispe Torres, por su apoyo y amor in condicional.

A mis hermanos: Tania, Viviana, Brayan, por su amor, amistad y compañía en los momentos que los necesite.

A los ingenieros y amigos de la Administración Local del Agua Ayacucho, Autoridad Administrativa del Agua X Mantaro y la Autoridad Nacional del Agua (ANA): por darme la oportunidad para desarrollarme y aprender nuevos conocimientos en la Gestión integrada de los recursos Hídricos en nuestra región.

A mi profesor, Asesor y Amigo: Dr. Jorge Edmundo Pastor Watanabe quien tuvo mucha influencia en mi vida personal y profesional con sus sabias palabras y consejos a quien valoro y respeto mucho.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios, por haberme guardado y librado de todos mis temores, que mediante sus palabras me supo mostrar que para el que cree todo es posible.

Agradezco de todo corazón a la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela profesional de ingeniería Agrícola lugar que me acogió durante la culminación de mis estudios y formación profesional mi alma mater.

Al Dr. Jorge E. Pastor Watanabe por apoyarme con el asesoramiento de la presente tesis.

A mis amigos de la Autoridad Nacional del Agua, Autoridad Administrativa del agua Decimo Mantaro y la Administración Local del Agua Ayacucho por darme el aliento, confianza y no desvanecer en el desarrollo de mi trabajo de investigación, gracias nuevamente a ellos.

LISTA DE CONTENIDO

	Pág.
CARATULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE GENERAL	v
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE ANEXOS	xvii
LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	xix

ÌNDICE GENERAL

		Pág.
RESUMEN		**1**
INTRODUCCION		**2**
Objetivos		4
Objetivo general		4
Objetivos específicos		4
CAPÍTULO I		**6**
MARCO TEORICO		**6**
1.1.	Antecedente	6
1.2.	Definiciones	7
1.2.1.	Cuenca hidrográfica	7
1.2.1.1.	Conceptualización nacional sobre cuenca	8
1.2.2.	Manejo de cuencas	10
1.2.2.1.	Importancia del manejo de cuencas	10
1.2.2.2.	Elementos importantes para el manejo de la cuenca	11
1.2.2.3.	Que se puede lograr con el Manejo Integrado de la Cuenca	13
1.2.2.4.	El papel del Recurso Hídrico en el Manejo de Cuencas	13
1.2.3.	Límites de la Cuenca	14
1.2.4.	Gestión de Cuencas	14
1.2.4.1.	Importancia de Gestión y/o Manejo de Cuencas	15
1.2.5.	Manejo de Laderas	18
1.2.5.1.	Obras de Protección	18
1.2.5.2.	Sistema de Forestación y Reforestación	22
1.2.6.	Fenómenos Naturales	22
1.2.7.	Desastres Naturales	22
1.2.8.	Riesgo	23
1.2.9.	Amenaza	23
1.2.10.	Ordenamiento Territorial	25
1.2.10.1.	Ordenación de Cuenca	25
1.2.10.2.	Gestión del Plan de Ordenación de Cuencas Hidrográficas	26
1.2.11.	¿Qué se entiende por desarrollo sostenible?	26
1.2.11.1.	¿Qué es el desarrollo sostenible en una cuenca hidrográfica?	26
1.2.11.2.	Uso sostenible	27
1.2.12.	Gestión del agua	27
1.2.12.1.	Gestión social del agua	28
1.2.12.2.	Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)	29
1.2.12.3.	Alcances de la Evaluación de Cuencas Hidrográficas	29
1.2.12.4.	El interés por estudiar las Cuencas Hidrográficas	30
1.2.13.	Usos del Agua	32
1.2.14.	Sector Hidráulico	32
1.2.14.1.	Sector Hidráulico Menor – Clase B	32

1.2.14.2.	Subsector Hidráulico	32
1.2.14.3.	Criterios de Delimitación de Sector y Subsectores Hidráulicos	33
1.2.15.	Definición de Obras Hidráulicas	33
1.2.15.1.	Canales	33
1.2.16.	Bocatomas ríos de montaña	35
1.2.17.	Tomas convencionales	35
1.2.18.	Presas pequeñas	36
1.2.18.1.	Clasificación según el uso	36
1.2.18.2.	Clasificación según su proyecto hidráulico	37
1.2.18.3.	Clasificación según los materiales	38
1.2.18.4.	Otros tipos de Presas	41
1.2.19.	Ley de Recursos Hídricos	41
1.2.19.1.	Principio de Sostenibilidad	41
1.2.19.2.	Principio de respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas	42
1.2.19.3.	Principio de Gestión Integrada Participativa por Cuenca Hidrográfica	42
1.2.20.	Reglamento de Procedimiento Administrativo para otorgamiento de derecho de uso de agua y de autorización de ejecución de obra en fuentes naturales de agua.	42
1.2.20.1.	Autorización de Ejecución de Estudio de Disponibilidad Hídrica	42
1.2.20.2.	Acreditación de Disponibilidad Hídrica	43
1.2.20.3.	Autorización de Ejecución de Obras de Aprovechamiento Hídrico	43
1.2.20.4.	Licencia de Uso de Agua	43
1.2.21.	Organización de Usuarios	43
1.2.21.1.	Los Comités de Usuarios	43
1.2.21.2.	Las Comisiones de Usuarios	44
1.2.21.3.	Las Juntas de Usuarios	44
1.2.21.4.	Reconocimiento de las Organizaciones de Usuarios	44
1.2.21.5.	Naturaleza y Finalidad de las Organizaciones de Usuarios	44
1.2.22.	Gestión de la Formalidad	45
1.2.22.1.	Formalización	45
1.2.22.2.	Condiciones de la Formalización	45
1.2.22.3.	Requisitos para la formalización	46
1.2.22.4.	Asignaciones de agua de riego en bloque	46
1.2.22.5.	Conformación de Bloques de Asignación y Red de Riego	47
1.2.22.6.	Determinación de la Demanda Hídrica Agrícola y Asignaciones	47

1.2.22.7.	Disponibilidad Hídrica Superficial Neta de Asignación	48
1.2.22.8.	Información Meteorológica y Climatológica	48
1.2.23.	Herramientas disponibles para el análisis de datos	48
1.2.23.1.	Sistemas de Información Geográfica (SIG)	48
1.2.24.	Software ArcGis versión 10.3	51
1.2.25.	Análisis de datos Climáticos	52
1.2.26.	Software Hidroesta 2	53
1.2.27.	Definición de términos utilizados	54

CAPITULO II		**64**
METODOLOGIA		**64**
2.1.	Ubicación del Área de estudio	64
2.1.1.	Ubicación Política	64
2.1.2.	Ubicación geográfica en Coordenadas UTM Datum WGS'84	65
2.1.3.	Vías de Acceso	66
2.2.	Materiales y Equipos	67
2.2.1.	Materiales	67
2.2.2.	Equipos	67
2.3.	Secuencia Metodológica de la Investigación	67
2.4.	Trabajos preliminares para el desarrollo de la tesis	68
2.4.1.	Convocatoria de los dirigentes y comuneros	68
2.4.2.	Diagnostico situacional de la zona en estudio	68
2.4.3.	Caracterización paisajística del lugar en estudio	70
2.5.	¿De qué manera influye la falta de Ordenamiento de cuencas en la gestión de la formalidad en los Recursos Hídricos en la comunidad Santa Rosa de Ocana?	76
2.5.1.	Ordenamiento de Cuencas	76
2.5.1.1.	Recolección de Información	76
2.5.1.2.	Análisis de la información	77
2.5.1.3.	Delimitación de la cuenca	77
2.5.1.4.	Caracterización morfomètrica de la cuenca	80
2.5.1.5.	Análisis Hidrometereologico	82
2.5.1.6.	Análisis Geoestadísticos de la cuenca hidrográfica	96
2.5.1.7.	Análisis Ecológico	112
2.5.1.8.	Planteamiento del diseño de las estructuras propuestas para la conservación de suelos y aguas en la cuenca Razuhuillca-Huanta.	112
2.6.	¿Cómo influye el problema de falta de delimitación e identificación de los componentes del sector y subsector hidráulico de la cuenca Ocana - Paccayhuaycco?	121

2.6.1.	Determinación del ámbito del sector y subsector Hidráulico, delimitación de las Cuenca (Sector y subsector Hidráulico) y sus componentes.	121
2.7.	¿Cómo influye el problema de la informalidad en el uso del agua con fines agrarios en la comunidad de Santa Rosa de Ocana?	128
2.7.1.	Conformación Bloque de riego Santa Rosa de Ocana, según R.J Nº 484-2012-ANA, para optar licencia de uso de agua con fines agrarios (productivo)	128
2.7.2.	Mecanismos para la formalización de derecho de uso del agua, según R.J Nº 265-2015-ANA y la Ley Nº 30157, Ley de organización de usuarios de agua y su Reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 005-2015-MINAGRI. Para el reconocimiento y adecuación a la ley en mención de la organización: "Comité de Usuarios de Agua Santa Rosa de Ocana".	130

CAPITULO III **132**
RESULTADOS **132**

3.1.	Ordenamiento de Cuencas y evaluación de los componentes	132
3.1.1.	Trabajos Preliminares	132
3.1.1.1.	Convocatoria a dirigente de las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA)	132
3.1.1.2.	Trabajo Topográfico	133
3.1.1.3.	Descripción del Área en Estudio	133
3.1.2.	Delimitación de la Cuenca	134
3.1.3.	Parámetros Geomorfológicos de la cuenca hidrográfica "Razuhuillca-Huanta"	136
3.1.3.1.	Índice de compacidad	136
3.1.3.2.	Densidad de drenaje	137
31.3.3.	Pendiente media del cauce	137
3.1.3.4.	Tiempo de concentración	138
3.1.4.	Parámetros Hidrometeorológico de la cuenca hidrográfica "Razuhuillca –Huanta"	143
3.1.4.1.	Calculo de las precipitaciones media de la cuenca de la cuenca hidrográfica "Razuhuillca-Huanta".	143
3.1.4.2.	Precipitación máxima en 24 Hrs. (mm) de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.	147
3.1.4.3.	Ajuste de los datos de las precipitaciones máximas de la estación Huanta.	148
3.1.4.4.	Frecuencia de distribución (y), para distintos periodos de	149

	retorno (años) de las Precipitaciones máximas de 24 Horas (x).	
3.1.4.5.	Calibración de la ecuación que relaciona la Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF).	149
3.1.4.6.	Caudal de diseño	156
3.1.4.7.	Análisis precipitación y balance hídrico superficial de la cuenca hidrográfica	164
3.1.5.	Parámetros Geoestadísticos de la cuenca hidrográfica "Razuhuillca –Huanta"	170
3.1.5.1.	Pendientes del suelo	170
3.1.5.2.	Análisis de las altitudes de las cuencas hidrográficas del SHMH.	173
3.1.5.3.	Análisis erosión (perdida de suelo en la cuenca)	176
3.1.5.4.	Capacidad de uso mayor del suelo	182
3.1.5.5.	Riesgos de erosión del suelo	185
3.1.6.	Análisis ecológico	187
3.1.6.1.	Zonas de vida	187
3.1.6.2.	Cubertura vegetal	190
3.1.7.	Planteamiento para el diseño de las estructuras de conservación y protección propuestas	192
3.1.7.1.	Propuesta de obras de conservación del suelo y agua en la cuenca	195
3.1.7.2.	Forestación y reforestación de zonas estratégicas de la cuenca.	210
3.1.8.	Identificación del Sistema Hidráulico Común en las Cuencas	213
3.1.8.1.	Identificación de las fuentes de agua y estructuras hidráulicas de la cuenca del SHMH y Ubicación de los Punto de Captación.	214
3.1.8.2.	Obras de almacenamiento	215
3.1.8.3.	Canales de derivación	216
3.1.8.4.	Canales de distribución a nivel de L1	217
3.1.8.5.	Sistema de drenaje	219
3.1.8.6.	Otros bienes asociados al agua relevante para la delimitación	219
3.2.	Determinación en ámbito del Sector Hidráulico y Subsector Hidráulico.	220
3.2.1.	Nombre del sector hidráulico propuesto	220
3.2.2.	Nombre de la Entidad a Cargo de la Operación y Mantenimiento de la Infraestructura Hidráulica	220
3.2.3.	Clase del Sector Hidráulico	220
3.2.4.	Ubicación del Sector Hidráulico	221
3.2.4.1	Administrativa	221
3.2.4.2.	Hidrográfica	221

3.2.4.3.	Política	222
3.2.5.	Delimitación del Sector Hidráulico (SH) y Subsectores Hidráulicos (SSH)	224
3.2.5.1.	Sistemas de Abastecimiento Propio	228
3.2.6.	Servicio de suministro de agua, cuentan con licencia de uso.	231
3.3.	Implementación de las herramientas de gestión para la formalización de derecho de uso del agua según R.J Nº 484-2012-ANA.	232
3.3.1.	Conformación del Bloque de Riego "Santa Rosa de Ocana"	232
3.3.1.1.	Oferta Hídrica	235
3.3.1.2.	Demanda de Agua	238
3.3.1.3.	Disponibilidad Hídrica a Asignar al Bloque de Riego "Santa Rosa de Ocana"	246
3.3.2.	Mecanismos para la formalización de derecho de uso del agua, según R.J Nº 265-2015-ANA y la Ley Nº 30157, Ley de organización de usuarios de agua y su Reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 005-2015-MINAGRI. Para el reconocimiento y adecuación a la ley en mención de la organización: "Comité de Usuarios de Agua Santa Rosa de Ocana".	247

CAPITULO IV **248**
DISCUSIÓN **248**
CONCLUSIONES **252**
RECOMENDACIONES **254**
REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS **255**
ANEXOS **260**

INDICE DE TABLAS

N° de Ítem		Pág.
2.1.	De valores Cα y k(n).	88
2.2.	Coeficiente de Escorrentía C del Método Racional, en función del tipo de.	91
2.3.	Coeficiente de Escorrentía C del Método Racional, en función del tipo de suelo.	92
2.4.	Coeficiente de Escorrentía C, para ser usadas por el Método Racional.	92
2.5.	Valores del periodo de retorno según tipo de terreno	94
2.6.	Parámetro de cálculo para factor topológico C.	105

2.7.	Valores del factor C, para distintos tipos de cultivo y práctica.	106
2.8.	Valores del factor P, para distintos tipos de cultivo y práctica.	107
2.9.	Espaciamientos verticales y horizontales para replantear desviaciones en terrenos de ladera según el porcentaje de pendiente y la precipitación.	114
3.1.	Valores del factor C	180
3.2.	Valores del factor C	180
3.3.	Espaciamientos verticales y horizontales para replantear desviaciones en terrenos de ladera según el porcentaje de pendiente y la precipitación.	196
3.4.	Valores de escorrentía, coeficiente C.	203
3.5.	Dimensionamiento y Capacidad de Almacenamiento de la Zanja de Infiltración.	204

INDICE DE FIGURAS

N° de Ítem		Pág.
1.1.	Cuenca, Subcuenca y Microcuenca.	8
1.2.	Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja, Zona de Transición y Zona Costera.	9
1.3	Zonificación de la cuenca	9
1.4.	Sistema de andenería en laderas.	19
1.5.	Canal de Desviación vista en perfil con Cabuya y Penca al borde.	20
1.6.	Zanjas de Infiltración vista en perfil forestado con árboles nativos.	21
1.7.	Muro de Contención construida con material del lugar.	21
1.8.	Uso del agua en el Perú.	37
1.9.	Funciones del SIG.	50
1.10.	Formatos Raster, vectorial, mundo real.	51
2.1.	Ubicación Política de la zona del proyecto.	64
2.2.	Vista Satelital de la zona del Proyecto (Com. Santa Rosa de Ocana).	65
2.3.	Indican las coordenadas más exteriores del bloque “Santa Rosa de Ocana” en sistema UTM Datum WGS84.	65
2.4.	Indican las vías de acceso para llegar al bloque “Santa Rosa de Ocana”	66
2.5.	Vía de acceso hacia la zona del proyecto (Google Earth).	66
2.6.	Condición y tamaño de la tierra	72

2.7.	Régimen de tenencia de tierras.	72
2.8.	Uso actual de la tierra	73
2.9.	Cedula de Cultivo en la situación actual en la Comunidad Santa Rosa de Ocana.	74
2.10.	Delimitación de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.	79
2.11.	Delimitación de la micro cuenca Santa Rosa de Ocana-Luricocha.	79
2.12.	Ubicación geográfica de las estaciones.	83
2.13.	Polígono de Thiessen, en programa ArcGis 10.3.	84
2.14.	Isoyetas, en programa ArcGis 10.3.	85
2.15.	Calculo de Isoyetas, en programa ArcGis 10.3.	85
2.16.	Precipitaciones máximas anuales en 24 horas sobre la cuenca Razuhuillca-Huanta.	86
2.17.	Ajuste de datos de precipitación a partir del Método de Gumbel.	87
2.18.	Cuadro de distribución que se contrasta, para este estudio se tomara la distribución Normal.	88
2.19.	Curva intensidad duración frecuencia (IDF), de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta	90
2.20.	Calculo de factor “C” ponderado según CUMS.	93
2.21.	Parámetros geomorfológicos de la cuenca Hidrográfica Razuhuillca-Huanta.	97
2.22.	Parámetros geomorfológicos de la Micro Cuenca Santa Rosa de Ocana-Luricocha	98
2.23.	Mapa de pendientes según Klingebiel y, Montgomery – 1962, de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.	100
2.24.	Mapa de pendientes según Sheng – 1982, de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.	100
2.25.	Mapa de altitudes de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.	101
2.26.	Mapa de ubicación de riesgos de erosión.	111
2.27.	Forma de construcción de una terraza o andén y sus parámetros.	117
2.28.	Forma de construcción de un muro de contención tipo pirca.	118
2.29.	Ubicación administrativa de la cuenca.	122
2.30.	Ubicación hidrográfica de la cuenca.	122
2.31.	Codificación de la metodología PFAFSTETTER de la cuenca.	122
2.32.	Ubicación política del sector hidráulico menor Huanta	123
2.33.	Fuentes de Agua natural y ubicación del punto de captación del Sector Hidráulico Menor Huanta.	125
2.34.	Plano de conformación del bloque de riego “Santa Rosa de Ocana”.	130

3.1.	Vista de la reunión donde se expone la propuesta de ordenamiento, identificación y delimitación de cuencas más los Sectores Hidráulicos según el ámbito de cada organización.	133
3.2.	Modelo Digital de Elevación (DEM) de la Cuenca Hidrográfica "Razuhuillca - Huanta"	134
3.3.	Delimitación de la Cuenca Hidrográfica "Razuhuillca – Huanta" con el programa ArcGis 10.3, por ser una cuenca de mayor relevancia de la zona".	136
3.4.	Parámetros geomorfológicos de la Micro cuenca Santa Rosa de Ocana-Luricocha.	139
3.5.	Parámetros Geomorfológicos de la cuenca hidrográfica "Razuhuillca – Huanta".	140
3.6.	Calculo de la curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica "Razuhuillca – Huanta"	141
3.7.	Curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica "Razuhuillca – Huanta"	142
3.8.	Polígono de frecuencia de la cuenca hidrográfica "Razuhuillca – Huanta"	142
3.9.	Polígono de frecuencia de la cuenca hidrográfica "Razuhuillca – Huanta"	143
3.10.	Ubicación geográfica de las estaciones.	144
3.11.	Polígono de Thiessen, dibujado en el programa ArcGis 10.3	145
3.12.	Calculo de la precipitación media, por el método de polígono de Thiessen, para la cuenca Razuhuillca-Huanta.	145
3.13.	Isoyetas, en programa ArcGis 10.3.	146
3.14.	Calculo de la precipitación media, por el método de las Isoyetas, para la cuenca Razuhuillca-Huanta	147
3.15.	Grafica de las precipitaciones máximas para cada año de registro de estaciones.	147
3.16.	Ajuste de datos de precipitación a partir del Método de Gumbel	148
3.17.	Frecuencia de distribución, para diferentes periodos de retorno de las precipitaciones máximas.	149
3.18	Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF).	150
3.19.	IDF Precipitaciones máximas para cada año de registro de estación Huanta.	151
3.20.	Cálculos de Intensidades máximas para diferentes periodos de retorno.	152
3.21.	Cálculos de los valores (a, b) de la ecuación de Talbolt, mediante la regresión por aproximaciones.	153
3.22.	Cálculos de Intensidades máximas ajustadas	155
3.23.	Calculo de factor "C" ponderado según CUMS.	157

3.24.	Calculo del valor ponderado del CN, datos extraídos de la tabla del (Anexo 06)	159
3.25.	Calculo de la hidrógrama unitaria triangular.	161
3.26.	Calculo de la hidrógrama adimensional.	161
3.27.	Hidrógrama adimensional.	162
3.28.	Calculo del caudal máximo de escurrimiento de la cuenca, método Racional con el programa Hidroesta 2.	163
3.29.	Calculo del caudal máximo de escurrimiento de la cuenca, método Mac Math con el programa Hidroesta 2.	164
3.30.	Precipitaciones de toda Latinoamérica obtenida de los registros multianuales de Worldclim. En formato DGC (tif).	165
3.31.	Precipitaciones de toda Latinoamérica obtenida de los registros multianuales de Worldclim. En formato DGC (tif).	166
3.32.	Temperaturas media de toda Latinoamérica obtenida de los registros multianuales de Worldclim. En formato DGC (tif).	167
3.33.	Temperaturas media de toda Latinoamérica obtenida de los registros multianuales de Worldclim. En formato DGC (tif).	167
3.34.	Calculo del balance hídrico superficial de la cuenca Razuhuillca-Huanta.	168
3.35.	Balance Hídrico superficial de la cuenca	169
3.36.	Balance hídrico superficial de la cuenca hidrográfica Razuhuillca - Huanta.	169
3.37.	Clasificación de los pendientes según (Klingebiel y Mongomery 1962)	171
3.38.	Porcentaje de pendiente respecto rango de pendiente según (Klingebiel y Mongomery 1962).	171
3.39.	Clasificación de los pendientes según (Sheng 1982)	172
3.40.	Porcentaje de pendiente respecto rango de pendiente según (Sheng 1982).	172
3.41.	Mapa de pendiente de los suelos de la cuenca.	173
3.42.	Mapa de Altitudes de las cuencas hidrográficas del SHMH.	173
3.43.	Mapa de altitudes de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.	174
3.44.	Clasificación de las altitudes de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.	174
3.45.	Alturas de clasificación de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta	175
3.46.	Calculo factor K, del suelo, a partir de la tabla de la FAO.	178
3.47.	Calculo factor C, del suelo, a partir de la tabla de Wischmeier y Smit, 1978.	181
3.48.	Calculo factor P, del suelo, a partir de la tabla de Wischmeier y Smit, 1978.	181

3.49.	Mapa de capacidad de uso mayor del suelo de las cuencas del SHMH	182
3.50.	Capacidad de uso mayor del suelo.	183
3.51.	Pendiente de los suelos de la cuenca vs CUMS.	184
3.52.	Mapa de capacidad de uso mayor del suelo (CUMS)	184
3.53.	Clasificación de riesgos según la profundidad de erosión en las cuencas del SHMH.	185
3.54.	Mapa riesgos de erosión del suelo de las cuencas del SHMH.	186
3.55.	Mapa riesgos de erosión del suelo de las cuencas del SHMH.	186
3.56.	Áreas de riesgo según la profundidad de erosión en las cuencas del SHMH.	187
3.57.	Clasificación de las zonas de vida de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.	188
3.58.	Mapa de zonas de vida de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.	189
3.59.	Cobertura vegetal de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.	190
3.60.	Clasificación de la cobertura vegetal de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.	191
3.61.	Clasificación rango estadístico de la cobertura vegetal.	191
3.62.	Mapa de prácticas de conservación y protección de la cuenca hidrográfica “Razuhuillca-Huanta”	192
3.63.	Recomendaciones de prácticas de conservación y protección de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.	193
3.64.	Obras de prácticas de conservación y protección de la cuenca hidrográfica “Razuhuillca-Huanta”	194
3.65.	Forma de construcción de una terraza o andén y sus parámetros.	199
3.66.	Forma geométrica de las zanjas de infiltración.	202
3.67.	Diseño final de la zanja de infiltración.	207
3.68.	Diseño de muros de contención tipo pirca.	208
3.69.	Diseño de un muro tipo pirca.	210
3.70.	Forma típica de un muro tipo pirca.	210
3.71.	Cálculo del número de plantas para la forestación.	211
3.72.	Área de forestación y reforestación.	212
3.73.	Fuentes de Agua natural y ubicación del punto de captación del Subsector hidráulico Ocana Paccayhuaycco.	214
3.74.	Obras de almacenamiento del Subsector Hidráulico Ocana Paccayhuaycco.	215
3.75.	Canales de derivación del Subsector hidráulico Ocana Paccayhuaycco.	216
3.76.	Canales laterales del Subsector Hidráulico Ocana	218

	Paccayhuaycco.	
3.77.	Sistematización de datos en programa ArcGis 10.3, de los Obras hidráulicas.	219
3.78.	Bienes asociados al agua.	220
3.79.	Ubicación administrativa de la cuenca.	221
3.80.	Ubicación hidrográfica de la cuenca.	221
3.81.	Codificación de la metodología PFAFSTETTER de la cuenca.	221
3.82.	Ubicación política del sector hidráulico menor Huanta	222
3.83.	Ubicación administrativa del Sector Hidráulico Menor Huanta	223
3.84.	Ubicación Hidrográfica del Sector Hidráulico Menor Huanta	223
3.85.	Ubicación política del Sector Hidráulico Menor Huanta	224
3.86.	Sistematización de datos en programa ArcGis 10.3, del Sector Hidráulico Menor Huanta, clase B.	227
3.87.	Sistematización de datos en programa ArcGis 10.3, de los Subsectores Hidráulico.	227
3.88.	Subsectores Hidráulicos con fuente abastecimiento propio del Sector Hidráulico Menor Huanta.	228
3.89.	Sistematización de datos en programa ArcGis 10.3, de los Comisiones.	230
3.90.	Sistematización de datos en programa ArcGis 10.3, de los Comités.	231
3.91.	Volúmenes de servicio de suministro de agua.	232
3.92.	Sistematización de datos en programa ArcGis 10.3, delimitación del Bloque de Riego “Santa Rosa de Ocana”, para el otorgamiento de licencia de Uso del agua.	234
3.93.	Caudales proyectados (l/s) a partir de aforos de las fuentes del Bloque "Santa Rosa de Ocana"	235
3.94.	Distribución de caudales de las fuentes del bloque "Santa Rosa de Ocana"	236
3.95	Distribución de caudales de las fuentes del Bloque "Santa Rosa de Ocana”	236
3.96.	Volumen proyectado de las fuentes al 75% de persistencia (m3).	236
3.97.	Ubicación política y coordenadas de las fuentes del bloque "Santa Rosa de Ocana"	237
3.98.	Volumen asignable al bloque "Santa Rosa de Ocana"	237
3.99.	Las coordenadas UTM (datum WGS84) de los puntos de captación son.	237
3.100.	Padrón de usuarios de Agua de la comunidad Campesina Santa Rosa de Ocana.	238
3.101.	Cálculo de la evapotranspiración potencial en el ámbito del Bloque "Santa Rosa de Ocana", con el programa Cropwat 8.0	242

3.102.	Calculo de la precipitación efectiva en la Estación meteorológica Tambillo, con el programa Cropwat 8.0.	242
3.103.	Calendario de siembra del Bloque "Santa Rosa de Ocana"	243
3.104.	Período vegetativo y Kc del cultivo “Palto”.	243
3.105.	Período vegetativo y Kc del cultivo "Maíz grano".	244
3.106.	Período vegetativo y Kc del cultivo "Papa".	244
3.107.	Requerimiento hídrico unitario del Bloque "Santa Rosa de Ocana	245
3.108.	Demanda bruta calculada con una eficiencia total de riego del 40%	245
3.109.	Balance hídrico del bloque " Santa Rosa de Ocana”	246
3.110.	Asignación mensual y anual por fuente del bloque “Santa Rosa de Ocana”	246

INDICE DE ANEXOS

N° de Ítem

Anexo 1.0.0	Tabla de valores de “Curva Numero” CN de escorrentía.
Anexo 2.0.0	Tabla de características generales del suelo del mundo (FAO), para cálculo de susceptibilidad de erosión del suelo factor “K” del suelo.
Anexo 3.0.0	Registro de precipitaciones, de las estaciones Huanta, Acobamba, Lircay, Luricocha, Quinua, San Miguel, San Pedro de Cachi, Huayllapampa periodos registro 1967 - 2010
Anexo 4.0.0	Tablas, de la formula modificada de II LA SENHAMI – UNI
Anexo 5.0.0	Documento legal (Oficio Múltiple nº056-2016-ANA-AAA X MANTARO- ALA AYACUCHO) de la convocatoria a las autoridades de las organizaciones.
Anexo 6.0.0	Tabla de los valores CN, numero de curva, fuente MTC, 2012.
Anexo 7.0.0	Decreto Supremo nº 017-AG
Anexo 8.0.0	Diseño de andenes y Muro
Anexo 9.0.0	Estudio de mecánica del suelo
Anexo 10.0.0	Estudio de la velocidad de infiltración, según (Huillca, 2013)
Anexo 11.0.0	Datos Meteorológicos de la Estación Huanta
Anexo 12.0.0	Calculo del Kc de los cultivos
Anexo 13.0.0	Tabla de la eficiencia de riego
Anexo 14.0.0	Herramientas para la formalización de derecho de uso del agua según R.J Nº 265-2015-ANA y la Ley Nº 30157
Anexo 15.0.0	Plano de Ubicación
Anexo 15.1.0	Plano de Ubicación Política

Anexo 15.2.0	Plano de Ubicación Administrativa
Anexo 15.3.0	Plano de Ubicación Hidrográfica Geográfica
Anexo 16.0.0	Mapa de Ordenamiento de Cuenca Hidrográfica "Razuhuillca-Huanta"
Anexo 16.1.0	Mapa de los Parámetros Geomorfométricos de la Micro Cuenca "Santa Rosa de Ocana-Luricocha"
Anexo 16.2.0	Mapa de los Parámetros Geomorfométricos de la Cuenca Hidrográfica "Razuhuillca-Huanta"
Anexo 16.3.0	Mapa del Balance Hídrico de la Cuenca
Anexo 16.4.0	Mapa de Pendientes de la Cuenca Hidrográfica "Razuhuillca-Huanta"
Anexo 16.5.0	Mapa de Altitudes de la Cuenca Hidrográfica "Razuhuillca-Huanta"
Anexo 16.6.0	Mapa de Capacidad de uso Mayor del Suelo de la Cuenca Hidrográfica "Razuhuillca-Huanta"
Anexo 16.7.0	Mapa de Cobertura Vegetal de la Cuenca Hidrográfica "Razuhuillca-Huanta"
Anexo 16.8.0	Mapa de las Zonas de Vida de la Cuenca Hidrográfica "Razuhuillca-Huanta"
Anexo 16.9.0	Mapa de Análisis de Erosión del Suelo de la Cuenca Hidrográfica Razuhuillca-Huanta"
Anexo 16.10.0	Mapa de Riesgos de Erosión de la cuenca Hidrográfica "Razuhuillca-Huanta"
Anexo 16.11.0	Mapa de Obras y Prácticas de Conservación y Protección del Suelo en la Cuenca Hidrográfica "Razuhuillca-Huanta"
Anexo 17.0.0	Plano del Sector y Subsector Hidráulico
Anexo 17.1.0	Plano del Sector Hidráulico Menor Huanta, Clase B
Anexo 17.2.0	Plano de los Subsectores Hidráulicos
Anexo 17.3.0	Plano de Obras Hidráulicas del Sector Hidráulico Menor Huanta, Clase B.
Anexo 18.0.0	Plano de las Comisiones.
Anexo 18.1.0	Plano de la Comisión Ocana Paccayhuaycco.
Anexo 19.0.0	Plano de los Comités.
Anexo 19.1.0	Plano del Comité de Usuarios de Agua Santa Rosa de Ocana
Anexo 20.0.0	Plano de Conformación de Bloque de Riego "Santa Rosa de Ocana".
Anexo 21.0.0	Panel Fotográfico

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ALA	Administración Local del Agua
AAA	Autoridad Administrativa del Agua
ANA	Autoridad Nacional del Agua
R.J	Resolución Jefatural
CUA	Comité y/o Comisión de Usuarios de Agua
SEDA	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado
DEM	Modelo Digital de Elevación
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
CENAGRO	Censo Nacional Agropecuario
ONERN	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
MPH	Municipalidad Provincial de Huanta
IDF	Intensidad Duración Frecuencia
CUMS	Capacidad de Uso Mayor del Suelo
CN	Curva Número
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
DGC	Gridded Climate Data (Datos climáticos con rejilla)
TIF	Tagged Image File Format (formato de archivo de imágenes)
ETP	Evapotranspiración Potencial
Kc	Coeficiente de Cultivo
MINAM	Ministerio del Ambiente
PRONAMACH	Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
MINEDU	Ministerio de Educación del Perù
RJ	Resolución Jefatural
UNMSM	Universidad Nacional Mayor de San Marcos
UTM	Universal Transversal de Mercator
WGS	World Geodetic System
FAO	Food and Agriculture Organization
A.T.D.R.A	Administración Técnica del Distrito de Riego - Ayacucho
GIRH	Gestión Integral del Recurso Hídrico
INIA	Instituto Nacional de Innovacion Agraria
IGP	Instituto Geofísico del Perú
SSH	Subsector Hidráulico
SHM	Sector Hidráulico Menor
SHMH	Sector Hidráulico Menor Huanta
OUA	Organizaciones de Usuarios de Agua

RESUMEN

El presente trabajo de tesis se llevó acabo en todo el sector de la región sierra de la provincia de Huanta, se desarrolló un estudio específico en tema de ordenamiento de Cuenca Hidrográfica "Razuhuillca-Huanta" y en gestión de la formalidad de los recursos hídricos en la comunidad campesina Santa Rosa de Ocana, ubicado en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta;

Como objetivo de ordenamiento de cuencas, a través de la delimitación de la cuenca mencionada líneas arriba, tomando como modelo de aplicación para otras cuencas, se determina la caracterización morfo métrica de la cuenca, análisis hidrometeorológico, análisis geoestadistico para ello se aplicó los cálculos matemáticos y estadísticos, análisis ecológico en esta parte se delimito los parámetros como zonas de vida existentes en la cuenca y cobertura vegetal.

Asimismo se ha desarrollado los trabajos necesarios para la delimitación del Sector Hidráulico, Subsector Hidráulico, Comisiones, Comités en las cuencas; identificación de las obras hidráulicas como bocatomas, canales, reservorios existentes en las cuencas.

En la parte de gestión de la formalidad de los recursos hídrico en la comunidad Santa Rosa de Ocana, se emplea la R.J Nº 265-2015-ANA; R.J N°484-2012-ANA el Anexo 3B; lo primero se adecua (reconocimiento) a la organización a la Ley 30157, Ley de organizaciones de usuarios de agua conformados sobre la base de la organización existente, con las herramientas del anexo 14; para otorgamiento de derecho de uso de agua (vías formalización) se ha conformado el Bloque de Riego "Santa Rosa de Ocana", para la actividad productiva (uso agrario) y final mente el volumen de agua a asignar al bloque en l/s, m3/mes y m3/año.

INTRODUCCIÓN

La ordenación de cuencas hidrográficas constituye una política y una herramienta de carácter público que asume el Estado y la sociedad para imprimirle direccionalidad a una de las dimensiones más complejas de los sistemas sociales actuales como es la estructura y dinámica territorial, que integra hechos y procesos de orden físiconatural, socioeconómico-cultural y político-institucional, en la búsqueda del desarrollo integral y sostenible (Ovalle et al., 2008).

No se puede hablar de formalizar la informalidad en el uso del agua, en nuestro país sino antes no se hace el plan de ordenamiento del recurso hídrico, primero se tiene que ordenar bien las cuencas para luego formalizar y otorgar el derecho de uso del agua con fines poblacionales y fines productivos (agrario).

Si bien la emisión de la Ley General de Aguas de 1969, hoy en dia Ley de Recursos Hídricos generó un cambio fundamental respecto a la relación (Estado-agua-usuario del recurso), ordenando la adecuación universal a las nuevas modalidades de acceso, no se asigna un plazo perentorio para ello y menos una sanción a quien incumpla en adecuarse. Esta situación implicó que durante cuatro décadas se ejerciera un uso informal del agua en el Perú, con solo un cinco por ciento de los derechos de uso de agua regularizados, debido, en un inicio, al sistema centralizado de trámite y otorgamiento de licencias y, posteriormente, a un fuerte manejo gremial por parte de las Juntas de Usuarios de Distritos de Riego (Ruiz, 2013).

El problema es que Perú, es un país que está despertando en temas de gestión de los recursos hídricos, a raíz de los efectos del cambio climático y la creciente demanda del agua para la producción de los alimentos, para tal fin se deberá plantear normas estrictas en su cumplimiento para garantizar la calidad, cantidad y oportunidad en el acceso de los recursos hídricos en nuestro país; para cumplir tales retos se emplearan herramientas de gestión y elaborar estudios desarrollar proyectos directamente con los actores involucrados con el agua, este es el caso de los campesinos conformados sobre la base de los riachuelos, ríos, quebradas, manantiales que se encuentran en las cuencas altas y bajas de nuestra región, quienes

son los principales usuarios del recurso hídrico para fines poblacionales y productivos; los mismos no tienen conocimiento de las normativas de los recursos hídricos, por tal motivo hacen el uso informal de los recursos hídricos, por medio de organizaciones que carecen de legitimidad y reconocimiento por parte del estado peruano por medio de las oficinas administrativas en temas los recursos hídricos como es la Autoridad Nacional del Agua (ANA), quien es el ente rector y la máxima autoridad técnico y normativo en sistema nacional de gestión de los recursos hídricos.

para poder acceder al uso formal de este valioso recurso en nuestra región es necesario realizar el ordenamiento de las cuencas, identificando todos los componentes hidráulicos, identificación de todas fuentes de agua, obras hidráulicas, existentes como lo establecen las normativas vigentes del estado peruano, los cuales deberán ser delimitados y clasificados según los lineamientos de la ley 29338, Ley de los recursos hídricos y otras normas que regulan la gestión sostenible del recurso hídrico, definiendo el sectores hidráulicos y su clase, a su vez en subsectores hidráulicos, es los cuales existen organizaciones no reconocidos por la oficina administrativa del agua, quienes hace uso del agua sin contar con licencia de uso del agua como lo establece las normas vigentes. A estos lo llamaremos informales por no poseer ningún derecho sobre el recurso hídrico que vienen empleando en la producción agraria.

En la comunidad Santa Rosa de Ocana se ha identificado a un grupo de 68 personas quienes hacen el uso del agua que discurren por la cuenca Ocana con fines agrarios por más de 30 años, sin contar con ningún derecho y/o licencia de uso, según las normas actuales del estado en temas de agua, ellos estarían infringiendo las leyes del agua y serian merecedores de una sanción económica que van desde 0,5(UIT) hasta 10,000 (UIT), pero viendo esta realidad de los campesinos que no tienen conocimiento en normas y leyes del recursos hídrico no pueden acceder al uso formal del recurso por no estar reconocidos como organización de usuarios por la autoridad administrativa del agua, para cumplir este requisito indispensable del reconocimiento se deberá de delimitar el sector y subsector hidráulico de las cuencas haciendo un ordenamiento exhaustivo y detallado de todos los componentes que estos poseen en

la actualidad para aprovechar el recurso hídrico, desarrollar estas herramientas facilitarían la gestión de la formalidad de todos los usuarios informales de este sector, de esta forma se estaría logrando la sostenibilidad del uso de agua en la comunidad campesina Santa Rosa de Ocana, ubicado en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta, Región Ayacucho.

Se justifica la investigación, por la falta de ordenamiento e identificación de los sectores y sub sectores hidráulicos de la Cuenca Cachi, ha generado conflictos sociales sobre el uso manejo del agua entre centros poblados, comunidades, anexos como son los casos de: C.P. Cedro y C.P. Sapsi en dist. Socos-Huamanga; Distrito Iguain y Distrito Huamanguilla en la provincia Huanta, estos son casos mayores, ya no mencionamos los casos menores de usuarios con organizaciones, organizaciones entre organizaciones, comuneros entre comuneros, otros. A esto se suma la mala gestión y uso informal del agua proveniente de la parte alta de la cuenca donde nacen lagunas, quebradas, acuíferos y manantiales dichas aguas son captados por organizaciones, comunidades, anexos, personas y familias las mismas no están inscritas en Registro Administrativo de Derecho de uso de Agua (RADA) por no poseer derecho legal sobre el uso del agua, tampoco cuentan con reconocimiento como organización de usuarios de agua por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar el ordenamiento de cuencas por medio de la delimitación de Cuencas y los Sectores, Subsectores Hidráulico de la cuenca Razuhuillca - Huanta e implementar los lineamientos para libre acceso a la formalización del uso del agua con fines agrarios de la Comunidad de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta.

Objetivos específicos

1. Desarrollar el ordenamiento de cuencas a través de la evaluación de los componentes, sistemas existentes en la cuenca y de las estructuras Hidráulicas

naturales y artificiales empleando las herramientas de gestión de los recursos hídricos.

2. Determinar en ámbito del Sector y Subsector Hidráulico a través de la delimitación de las cuencas y sus componentes aplicando las herramientas del Sistema de Información Geográfica (SIG).

3. Implementar las herramientas de gestión para formalización de derecho de uso del agua según los lineamientos de la Ley de Recursos Hídricos.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Uno de los orígenes más antiguos en planificar el desarrollo de cuencas hidrográficas se inicia con la creación, de la Autoridad Autónoma del Valle del Tennesse en Estados Unidos en 1933. (Tapia, 1997)

En el Perú desde la década de los años 60, se han iniciado estudios hidrológicos para la evaluación y cuantificación de los recursos hídricos en cuencas de mayor y menor importancia para el desarrollo agropecuario de nuestro país. (ATDR-SICUANI IRH – INRENA, 2005)

A partir del año 1,973, el Ministerio de Agricultura asumió oficialmente esta disciplina, creando en La Dirección General de Aguas una Subdirección de Manejo de Cuencas con tres unidades: Ordenación de Cuencas, Sistema de Conservación y Sistema de Protección; caracterizando y enfatizando la primera como parte del presente trabajo. (ATDR-SICUANI IRH – INRENA, 2005)

En el año 2004, gobierno de la época inicia con el proceso de formalización en toda la zona costera de nuestro país mas no en la zona alto andina, poniendo de alguna forma un pare al uso informal que venía dándose durante 4 décadas desde la publicación de la Ley General de Aguas en 1968 y

En el año 2009 se publica la ley N° 29338, Ley de recursos Hídricos con la finalidad de regular el uso y gestión integrada del agua en nuestro país, en Capítulo V de organizaciones, habla sobre ellas mas no regula las mismas, por ello fue necesaria publicar una nueva ley, esto se dio el año 2014 se publica la modificatoria de la Ley N° 30157, Ley de las Organizaciones de Usuarios de Agua, en lo cual menciona la función reguladora de su constitución y el funcionamiento de las organizaciones de usuarios de agua previstas en la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos.

Evaluación hidrológica e hidráulica de la cuenca del "arroyo grande" y posibles alternativas de solución para el control de las inundaciones en el sector de mamonal (Arnedo, 2016)

Este trabajo especifica un análisis de la cuenca del "arroyo grande", en el que se le describe detalladamente y plantea soluciones a los problemas sufridos, utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Este proyecto sirvió como orientación para realizar la evaluación hidráulica e hidrológica de la cuenca del Arroyo Grande para mitigar las inundaciones que se presentan en su entorno, debido a que utiliza el software Arcgis como herramienta para identificar los conflictos del uso del suelo.

Plan de ordenamiento territorial en cuencas serranas degradas utilizando sistema de información geográfica S.I.G. (Gaspari, 2000)

Este trabajo realizado en la cuenca alta del Aº Sauce Chico aspira obtener diagnostico cualitativo de los conflictos que la erosión hídrica presenta en la zona de estudio, para luego implementar un plan de manejo integrado de la cuenca con fines de protección y producción aplicando el SIG.

1.2. Definiciones

1.2.1. Cuenca hidrográfica

La Cuenca Hidrográfica se define como la unidad territorial natural que capta la precipitación, y es por donde transita el escurrimiento hasta un punto de salida en el cauce principal o sea es un área delimitada por una divisoria topográfica denominada parte-agua que drena a un cauce común (Brooks ,1985 citado por Umaña, 2002).

La cuenca hidrográfica es un territorio definido por la línea divisoria de las aguas en la cual se desarrolla un sistema hídrico superficial, formando una red de cursos de agua que concentran caudales hasta formar un río principal que lleva sus aguas a un lago o mar.

Físicamente, la cuenca representa una fuente natural de captación y concentración de agua superficial y por lo tanto tiene una connotación esencialmente volumétrica e

hidrológica. Al mismo tiempo la cuenca, y sobre todo el agua captada por la misma, es una fuente de vida para el hombre aunque también de riesgo cuando ocurren fenómenos naturales extremos como sequías o inundaciones o el agua se contamina.

1.2.1.1. Conceptualización nacional sobre cuencas

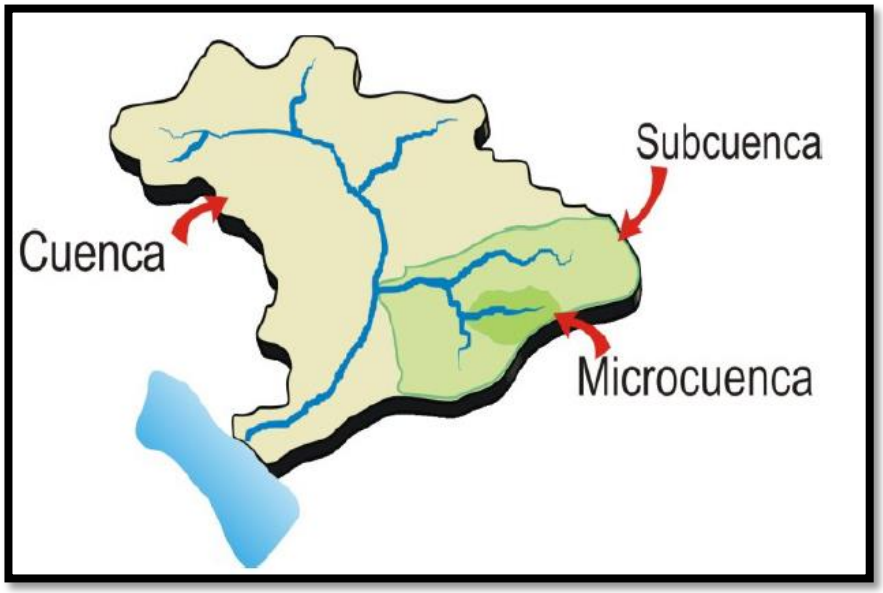
Barahona (2006), menciona que las cuencas hidrográficas, considerando criterios adoptados a nivel nacional, pueden clasificarse de la siguiente manera:

Cuenca fluvial: Área de escurrimiento superficial que desemboca al océano y está delimitado, por el parteaguas ver (figura 1.1); ejemplo de ello son la cuenca de las Amazonas, en Suramérica, ó la del Río Patuca en Olancho.

Subcuenca: Área de escurrimiento que desemboca a un rio principal de la cuenca fluvial ver (figura 1.1); ejemplo el Río Mantaro.

Microcuenca: Área de escurrimiento superficial que desemboca al río de una subcuenca ver (figura 1.1); ejemplo el Río Yucaes, Río Vinchos en Ayacucho, Huamanga.

Figura 1.1. Cuenca, Subcuenca y Microcuenca.



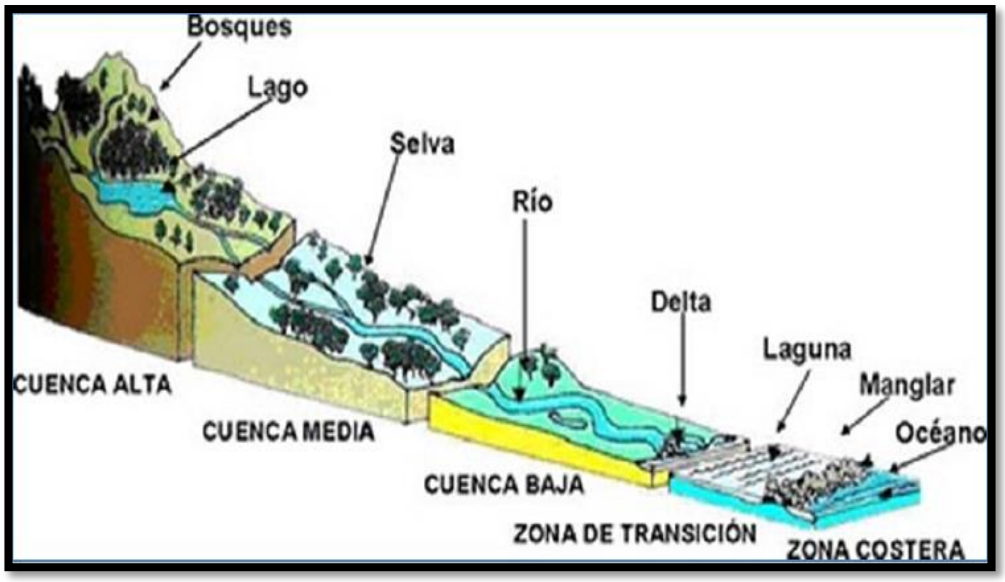
Fuente: adaptado por Ordoñez (2011)

Cuenca alta: Corresponde generalmente a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros, limitadas en su parte superior por las divisorias de aguas ver (figura 1.2).

Cuenca media: Donde se juntan las aguas recogidas en las partes altas y en donde el río principal mantiene un cauce definido ver (figura 1.2).

Cuenca baja o zonas transicionales: Donde el río desemboca a ríos mayores o a zonas bajas tales como estuarios y humedales ver (figura 1.2).

Figura 1.2. Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja, Zona de Transición y Zona Costera.



Fuente: adaptado por Ordoñez (2011)

Esta división por zonas resulta útil en el análisis del comportamiento de los diferentes componentes del balance hídrico, sino que también apoya en la delimitación de las zonas funcionales de la cuenca, que en términos generales coinciden con la caracterización del ambiente fluvial de Robertson (1992), quien define un sistema fluvial generalizado basado en Schumm (1977) con la zonificación que se muestra en la figura 1.3.

Figura 1.3. Zonificación de la cuenca

	Zona Alta	Zona Media	Zona Baja
	Montaña y Colinas	Valle Aluvial	Delta
Procesos Dominantes	Erosión	Transporte	Sedimento
Influencia	Lito/Relieve	Erosión-Sedimentación	Fluvio-Marina

Fuente: adaptado por Ordoñez (2006)

1.2.2. Manejo de cuencas

Barahona (2006), define el manejo de cuencas como “la utilización de los recursos naturales dentro de los límites de una área o unidad geográfica denominada cuenca, considerando fundamentalmente la capacidad del uso de la tierra, basada en su configuración geomorfológico y ecológica, interrelacionada a los elementos antrópicos, tomando como recurso integrador el agua y considerando el bienestar humano como objetivo central de ese manejo.” Otro concepto de manejo de cuenca “es el arte y la ciencia de manejar los recursos naturales con el fin de controlar la descarga de agua en calidad, cantidad, y tiempo” (Dourojeanni et al, 2002).

1.2.2.1. Importancia del manejo de cuencas

El Perú cuenta con 54 cuencas hidrográficas, 52 de las cuales son pequeñas cuencas costeras que vierten sus aguas al océano Pacífico. Las otras dos son la cuenca del Amazonas, que desemboca en el Atlántico, y la cuenca endorreica del lago Titicaca, ambas delimitadas por la cordillera de los Andes. En la segunda de estas cuencas nace también el gigante Amazonas que, con sus 6872 km, es el río más largo y caudaloso del mundo. Su vertiente ocupa el 75% del territorio peruano. El Perú contiene el 4% del agua dulce del planeta.

El lago Titicaca es el segundo más grande de Sudamérica, con 8.380 km². Este lago tectónico es compartido por Perú y Bolivia. En él vierten sus aguas 20 ríos; entre ellos, el Ramis, el Ilave y el Huancané, por el lado peruano. Registra olas y mareas; tiene 36 islas e influye en el clima de la meseta del Collao, por su temperatura media de 12 °C, como el lago Titicaca formaba, junto a la laguna Azapa y el lago Poopó en Bolivia, el gran lago Ballivián del altiplano peruano-boliviano (Wikipedia.org); esto indica que la mayoría de la población, casi la totalidad, son aglomerados en las cuencas. Es importante analizar este hecho, ya que se puede concluir que las actividades productivas realizadas en la cuenca son la principal fuente de sustento de los habitantes, consecuentemente, al incrementar las actividades productivas hay una alta demanda de los recursos naturales disponibles en las cuencas, conduciendo a una sobre explotación de los mismos.

Barahona (2006); establecen que el mantenimiento del clima está determinado por el ciclo del agua que es el regulador de varios factores para la sobrevivencia de las especies.

En este ciclo, las cuencas son las principales formas terrestres que captan y almacenan agua de las precipitaciones (Dourojeanni et al, 2002); a la vez, sirven para el amortiguamiento de inundaciones causadas por fuertes torrenciales de lluvia. Es por ello que el ciclo del agua depende de la calidad de las cuencas hidrográficas.
El manejo de cuencas ayuda a prevención de desastres naturales ya que contribuye a mitigar y controlar todos los problemas que inciden en la vulnerabilidad de la cuenca; como son las inundaciones, sequías, deslizamientos, desertificaciones, etc (Reyes, 2004).

En el nuevo enfoque de manejos de cuencas se realiza una cuantificación y valoración de los servicios ambientales a modo de poder establecer un sistema de pagos por servicios ambientales. A través del pago por servicios ambientales se puede obtener un financiamiento para poder invertir en futuras actividades de manejo, a la vez que puede ser incentivo para atraer a la población afectada a mejorar el manejo de la cuenca (Reyes,2004).
El manejo de cuenca brinda un ordenamiento territorial enfocándose en la vocación de la cuenca, la capacidad de usos de los suelos y el marco político-institucional (áreas protegidas). Esto con el objetivo de promover la correcta explotación de los recursos disponibles. Este ordenamiento permite la conservación suelos, la protección de la biodiversidad, el pago por servicios ambientales y otros beneficios.

1.2.2.2. Elementos importantes para el manejo de la cuenca

a. Mapeo de la cuenca

El mapeo de las diferentes características de una cuenca hidrográfica es un factor muy importante para la toma de decisiones. Los distintos mapas temáticos y su integración permiten definir aspectos como la vocación, capacidad y potencial de las cuencas. La cartografía temática puede incluir:

Pendiente: La pendiente constituye el grado de inclinación del terreno, es un factor muy importante para clasificar la vocación de la tierra, ya que influye en el tipo de cultivo que se puede adaptar o sistema de producción más apropiado para esa región. A la vez que es un parámetro importante en el estudio del comportamiento del recurso hídrico (Reyes, 2004; citado por Barahona, 2006).

Profundidad: La profundidad del suelo es la distancia vertical entre la superficie del suelo y el manto rocoso subterráneo. Este al igual que la pendiente es muy importante para clasificar la vocación del suelo.

Pedregosidad: Es el porcentaje volumétrico de la cantidad de piedra, grava y fragmentos rocosos que existen en relación al área del suelo. El porcentaje alto de la pedregosidad tiene una alta influencia sobre los cultivos y sistemas de producción implementados en la zona.

Drenaje: Es la característica física de las series de suelo para absorber, mantener y evacuar el agua, manifestándose en forma periódica por algunas causas naturales.

Hidrología: El sistema de ríos y quebradas que sirven de abastecimiento de agua para la población de la cuenca. Sirve para realizar el estudio de la red de drenaje contenido dentro de la cuenca.

Uso actual del suelo: Es la agrupación de los usos existentes que son dados al suelo. La obtención de esta información es importante para identificar el uso potencial del suelo y los conflictos que surgen al estudiar el uso actual del suelo y el uso potencial (FAO, 1996, citado por Barahona, 2006).

b. Caracterización paisajística

La caracterización paisajística consiste en la descripción integral de los elementos del paisaje. Esta es necesaria para hacer un diagnóstico de la situación actual de los recursos naturales (físicos, biológicos, etc.) con el fin de dar las características particulares del área estudiada. Además sirve como fuente de información a planificadores, decidores y ejecutores que son los actores que participan en las diferentes etapas de planificación del manejo de la cuenca (Abarca, 2000; citado por Barahona, 2006).

Barahona (2006), en el marco de la Convención Europea del Paisaje define un paisaje como "Cualquier parte del territorio tal como es percibida por las poblaciones, cuyo carácter resulta de la acción de factores naturales y/o humanos y

de sus interrelaciones". Al analizar este concepto se puede deducir que el paisaje forma parte de todo un entorno que nos rodea, es así, que la calidad de vida depende de él.

Factores del paisaje

Los factores del paisaje son necesarios para la elaboración de las unidades homogéneas del mismo. Al procesar en conjunto estos factores da como resultado las unidades homogéneas y sus límites.

Entre los factores del paisaje considerados por Abarca (2000), citado por Barahona se pueden mencionar el factor físico y biológico, cada uno de ellos tiene elementos que al ser estudiados se logra la caracterización del factor.

Factor físico

- **Geomorfología:** Pendiente y altitud
- **Suelos:** Profundidad, porosidad, ph, color, textura, estructura, contenido de grava y piedra.
- **Clima:** Precipitación, evapotranspiración, temperatura, humedad relativa
- **Hidrología**: Red de drenaje y pendiente del cauce del río

Factor biológico

- **Vegetación:** Abundancia, diversidad, cobertura (protección del suelo) y Sociabilidad

1.2.2.3. Qué se puede lograr con el Manejo Integrado de la Cuenca

Umaña (2002), define:

- Agua para las Poblaciones.
- Hidroenergia.
- Bio diversidad.
- Riego.
- Control de Inundaciones.
- Belleza Escénica

1.2.2.4. El papel del Recurso Hídrico en el Manejo de Cuencas

Umaña (2002), define el agua como el elemento integrador para el manejo de cuencas es por eso que adquiere predominancia el concepto de calidad y cantidad

además de que el agua mantiene un rol estratégico cuando se habla de Manejo Sostenible o Manejo Integral de Cuencas.

1.2.3. Límites de la Cuenca

La delimitación es el proceso a través del cual se definen los límites de la cuenca. Estos se determinan en función de las partes más altas, constituyéndose estas en la línea divisoria denominadas parteaguas.

La delimitación se puede hacer en una hoja cartográfica, en el campo y, más frecuentemente, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), como la Carta Nacional.

1.2.4. Gestión de Cuencas

El enfoque de gestión por cuencas se inició con la necesidad de gestionar el agua, en particular el uso múltiple de la misma y en controlar el efecto de los fenómenos hidrológicos extremos. Las cuencas inicialmente se tomaron como áreas de grandes inversiones en obras hidráulicas dirigidas a aumentar la oferta de agua, energía, navegabilidad y otros. Actualmente, en esta línea, los enfoques en boga son los de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos.

Otro concepto de manejo de cuenca “es el arte y la ciencia de manejar los recursos naturales con el fin de controlar la descarga de agua en calidad, cantidad, y tiempo” (Dourojeanni *et al*, 2002).

Las acciones técnicas de un programa de manejo de cuencas modifican físicamente la cuenca y sus recursos en tiempo y espacio. Están orientadas a mantener la base de los recursos naturales, necesaria para un aprovechamiento sostenido. Se subdividen en acciones orientadas al **manejo** (preservación, recuperación y protección) y la **conservación**. El manejo lleva implícito acciones directas que puede ser ejecutada individualmente; la conservación está orientada a la realización de acciones integrales que promuevan el uso racional de los recursos. (Morales, 2000; citado por Valenzuela, 2003)

1.2.4.1. Importancia de Gestión y/o Manejo de Cuencas

El manejo de cuencas ayuda a prevención de desastres naturales ya que contribuye a mitigar y controlar todos los problemas que inciden en la vulnerabilidad de la cuenca; como son las inundaciones, sequías, deslizamientos, desertificaciones, etc. (Reyes, 2004).

En el nuevo enfoque de manejos de cuencas se realiza una cuantificación y valoración de los servicios ambientales a modo de poder establecer un sistema de pagos por servicios ambientales. A través del pago por servicios ambientales se puede obtener un financiamiento para poder invertir en futuras actividades de manejo, a la vez que puede ser incentivo para atraer a la población afectada a mejorar el manejo de la cuenca (Reyes,2004).

El manejo de cuenca brinda un ordenamiento territorial enfocándose en la vocación de la cuenca, la capacidad de usos de los suelos y el marco político-institucional (áreas protegidas). Esto con el objetivo de promover la correcta explotación de los recursos disponibles. Este ordenamiento permite la conservación de suelos, la protección de la biodiversidad, el pago por servicios ambientales y otros beneficios.
Valenzuela (2003), menciona que el Manejo y la Administración de las cuencas son un proceso sistemático y social que requiere del desarrollo de un enfoque de gestión local acompañado de políticas que puedan operar a este nivel. Los marcados procesos de vulnerabilidad ambiental y social y la descentralización obligan a la consideración del enfoque de cuencas basado en la participación comunitaria.

a. Problemática de las Cuencas

Según Morales y Dardon (2002), la problemática de las cuencas se deriva de la acción del hombre que acentúa problemas como: agotamiento de recursos naturales, pérdida de biodiversidad, deforestación, deterioro del suelo, azolvamiento de cauces, crecimiento demográfico y conflictos por utilización de agua.

Las cuencas hidrográficas, por ser el lugar donde se concentra la mayoría de las actividades y asentamientos humanos, y por presentar características desfavorables

como fuertes pendientes y baja profundidad efectiva entre otros, crean una alta susceptibilidad a la degradación de los recursos naturales. Si a esto le añadimos la falta de conciencia de la población, obtenemos una cuenca con alto potencial a perder los recursos naturales por factores como erosión, deslizamientos, degradación biológica, en detrimento de la calidad de vida de las personas que dependen de tales recursos.

b. Enfoque de Gestión de Cuencas

El enfoque moderno es fundamentalmente antropocéntrico y considera al hombre como eje central y es para quien se hace el manejo de estas. Es decir, que el manejo de las cuencas debe hacerse función en las necesidades sentidas por la población, enfatizando en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la región, y aminorando, con ello, la explotación inadecuada de los recursos naturales.
Es importante visualizar que la cuenca funciona como un sistema, donde el manejo no debe concentrarse en partes específicas, sino que aborde todos los subsistemas en su conjunto; según Reyes (2004) los subsistemas que componen la cuenca son: el biológico, físico, económico y social. Estos subsistemas tienen por ejemplo, la degradación de los suelos se debe a la explotación agrícola que el hombre hace sobre suelos que no son de vocación agrícola. También existen las interacciones, por ejemplo, los efectos de las partes altas de la cuenca con respecto a la parte baja de la misma, evidenciando la necesidad absoluta de utilizar enfoques integrales.

c. Metodologías participativas en la Gestión de Cuencas

Al integrar el enfoque antropocéntrico en el manejo y/o gestión de las cuencas, obliga a tomar en cuenta la participación de la población, ya que los habitantes de estas son los que más conocen el entorno en que viven, sus problemas y muchas veces, sin saberlo, tienen las posibles soluciones a los mismos.

El uso de metodologías participativas permite abrir el verdadero dialogo con la comunidad, obteniendo de los habitantes la información necesaria en el manejo de cuencas y logrando el sentimiento de autodesarrollo de los actores (Geilfus, 2000; citado por Barahona, 2006).

d. Delimitación participativa

La delimitación participativa constituye una modalidad de registrar en forma gráfica y participativa los límites de una unidad en estudio, dando lugar a ubicarlos y describirlos en el espacio y en el tiempo, así como también documentar las percepciones que los pobladores tienen sobre el estado, su distribución y manejo (Segara, SF), citado por (Barahona, 2006).

A través de la delimitación participativa se logra establecer un mecanismo de socialización de conocimientos entre las personas de las comunidades y las organizaciones de apoyo, y de esta forma, con justificación en las capacidades ecológicas y sociales, se pueden plantear las diferentes actividades que contribuyan al desarrollo de la comunidad y la conservación de la cuenca (Segara, SF), citado por (Barahona, 2006).

Esta actividad se ajusta a las necesidades de planificación del espacio, basado en un supuesto geográfico en el cual cada una de las personas de la comunidad vierte una opinión y posible solución a un problema sentido. El proceso requiere de la participación activa de los colaboradores claves. Preferiblemente deben considerarse personas mayores, que han vivido largo tiempo en esa comunidad y la han visto evolucionar (CIAT, SF), citado por (Barahona, 2006). Realizar esta actividad se recomienda disponer de suficiente tiempo para diseñar y recorrer un trayecto. Cuando se trata de una microcuenca o comunidad se estima que es necesario disponer, en promedio, de un día completo o más, tomando en cuenta el área y el estado de los senderos de la microcuenca.

El recorrido: El recorrido por los límites de la cuenca permite observar los usos de los recursos, los problemas asociados y las oportunidades que existen a la vez que se aprovecha la experiencia de los pobladores para conocer los límites de la zona (CIAT, SF), citado por (Barahona, 2006).

A lo largo del recorrido se establecerán puntos de observación que van a servir para delimitar la cuenca. Estos puntos de observación se ubican en el mapa para completar la visión del paisaje. Si se tiene acceso a un altímetro y a un Sistema

Geográfico de Posicionamiento (GPS) se pueden anotar la altitud y las coordenadas geográficas exactas (latitud y longitud).

1.2.5. Manejo de Laderas

El manejo de éstas se realiza con el fin de controlar la erosión, por lo que, se debe minimizar la velocidad del agua o escurrimiento del agua en la superficie del suelo, para esto las prácticas de control deben iniciarse desde las partes más altas de la ladera hacia abajo, nunca en sentido contrario, las principales prácticas de conservación de suelos y aguas son las mecánicas estructurales, agronómicas y forestales (Vásquez, 2000, mencionado por Huillca, 2013).

Las laderas también son el espacio de vida de una flora y fauna específica y contienen áreas forestales y micro-reservorios de biodiversidad. Juegan un papel fundamental en la regulación del sistema hídrico de regiones enteras. Por lo tanto, las intervenciones informadas, negociadas y planificadas que los mismos habitantes realizan sobre su sistema con el apoyo de la investigación, la transferencia y su propia capacidad de innovación, tienen importancia estratégica para la estabilización del sistema “laderas” y con ello para regiones enteras de América Latina (Krause y Meléndez, 1999), mencionado por (Huillca, 2013).

1.2.5.1. Obras de Protección

Huillca (2013), indica que la construcción de obras de conservación de Laderas, ha estado marcada por procesos relacionados con la eventualidad de fenómenos hidrometeorológicos, bajo los cuales se producen pérdidas, principalmente económicas. Así, y a partir de estos eventos, normalmente se generan demandas sociales de la población o las autoridades locales, con el fin de mitigar las consecuencias de crecidas de ríos con sus correspondientes desbordes, inundaciones y socavación de riberas, movimientos en masa, como aludes y deslizamientos de tierra, cortes de caminos, procesos erosivos con pérdida de la fertilidad de los suelos, generación de cárcavas, derrumbe de viviendas. Por lo que, las obras mecánicas de protección es una alternativa para mitigar tales consecuencias.

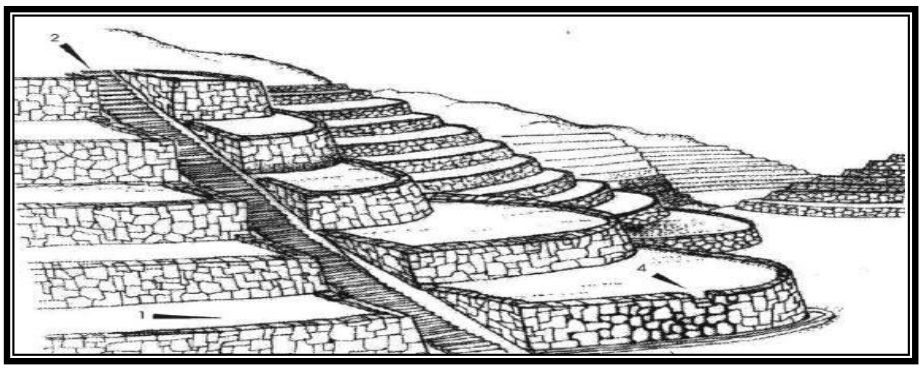
a. Sistemas de Andenería

En el Perú, el andén y/o terraza es una práctica conservacionista que los antiguos pobladores dominaron ampliamente llegando a construir verdaderos complejos agrícolas de alta técnica hidráulica, utilizando para los muros piedras y para el relleno de la plataforma material acarreado y seleccionado (grava, suelo y materia orgánica). Con los andenes se logra utilizar racionalmente las laderas, minimizar el riesgo de heladas, lograr una mayor exposición al sol, controlar la escorrentía del agua, incrementar la infiltración, mantener un buen drenaje y mejor aireación del suelo agrícola.

Huillca (2013), señala que una terraza es una plataforma formada artificialmente, que interrumpe la pendiente del terreno, permitiendo al mismo tiempo que en estas plataformas se cultive o se planten especies forestales. Su finalidad es la defensa del suelo contra la erosión hídrica, provocada por la lámina de escurrido. La clasificación más usual de las terrazas es la que las divide en terrazas de talud y terrazas con muro. En las primeras es el talud natural el que define el escalón en el terreno y sólo debe aplicarse a pendientes relativamente bajas; mientras que en las segundas, el talud natural queda protegido por un muro de contención, normalmente de mampostería en seco. El ancho de la terraza está determinado tanto por la naturaleza del suelo y su profundidad, como por la pendiente del terreno.

Las terrazas según su configuración y construcción pueden denominarse de diversas maneras como: terrazas de base angosta, terrazas individuales, terrazas de banco, etc ver (figura 1.4).

Figura 1.4. Sistema de andenería en laderas.

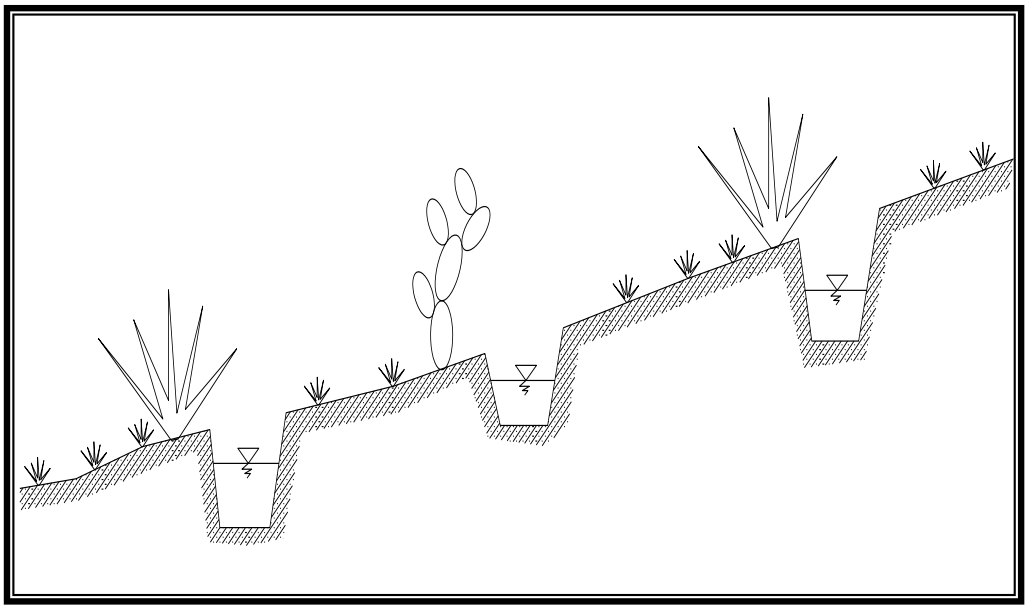


Fuente: Cita web (1)

b. **Canales de Desviación**

También se les conoce como Zanjas de desviación. Son estructuras que tienen como objetivo interceptar, desviar y conducir el agua de escorrentía proveniente de las laderas altas, en las que no se han llevado a cabo medidas adecuadas de protección y conservación, hacia drenajes debidamente protegidos o hacia estructuras de almacenamiento de agua. Lo esencial para la construcción de un canal es su cálculo hidráulico, para lo que es preciso estimar, inicialmente, el caudal que se deberá evacuar ver (figura 1.4), para posteriormente establecer las características que debe cumplir la sección de desagüe, tanto geométricas, como de rugosidad de sus contornos, además de la pendiente del perfil longitudinal del canal en cada sección (Pizarro *et al*., 2004).

Figura 1.5. Canal de Desviación vista en perfil con Cabuya y Penca al borde.

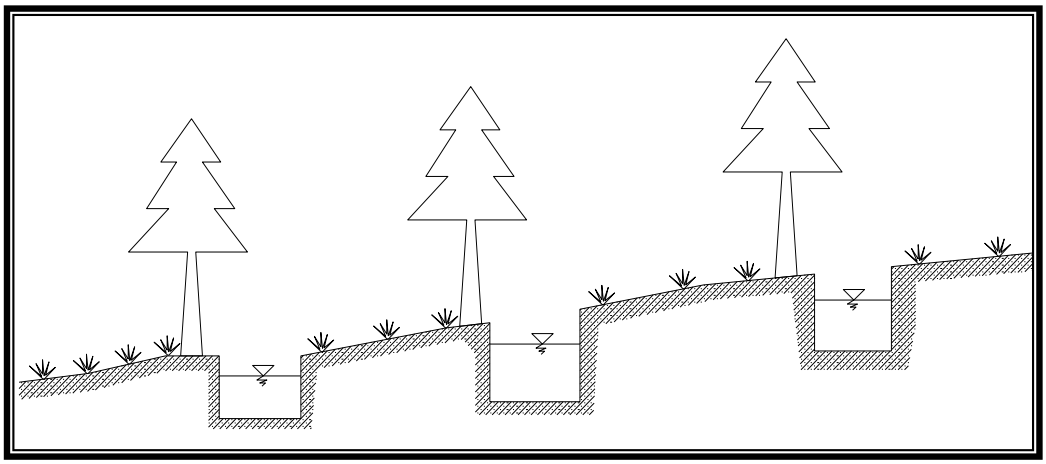


Fuente: Cita Web (1)

c. Zanjas de Infiltración

Son obras de recuperación de suelos que comprende un conjunto de zanjas, construidas de forma manual o mecanizada, cuyo objetivo es capturar y almacenar la escorrentía procedente de las cotas superiores ver (figura 1.5). Se construye transversalmente a la pendiente, sin desnivel y la sección puede ser trapezoidal o rectangular, aunque se aconseja la primera para evitar derrumbes indeseables (Pizarro *et al*., 2004).

Figura 1.6. Zanjas de Infiltración vista en perfil forestado con árboles nativos.



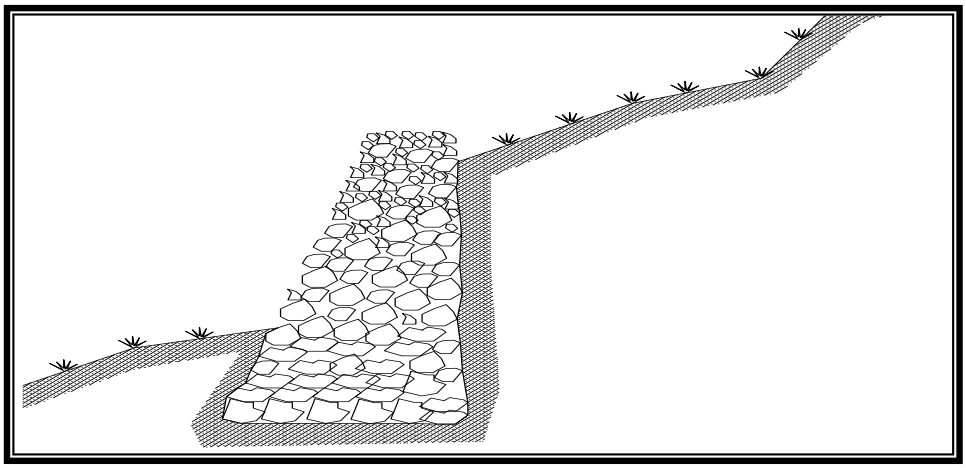
Fuente: Cita Web (1)

d. Muros de Contención

Como lo indica el nombre, los muros de contención son elementos estructurales diseñados para contener algo; ese algo es un material que, sin la existencia del muro, tomaría una forma diferente a la fijada por el contorno del muro para encontrar su equilibrio estable. Pueden ser construidas de diversos materiales como: concreto armado, concreto ciclópeo, piedras, etc. Según necesidad y criterio del proyectista.

Los muros de contención, son también considerados como obras mecánicas de protección, ya que están construidas de materiales del lugar (muro de rocas) y también de materiales como sacos rellenos con tierra, neumáticos rellenos con tierra y grabas. Su funcionalidad es buena y de bajo costo en materiales.

Figura 1.7. Muro de Contención construida con material del lugar.



Fuente: Cita Web (1)

1.2.5.2. Sistemas de Forestación y Reforestación

Los bosques son necesarios para mantener en buen estado otros recursos de gran importancia para la vida, entre los cuales podemos mencionar el agua, el aire, los suelos, los animales silvestres y microorganismos.

Es la práctica que permite la regeneración de la vegetación natural mediante la implantación de árboles en combinación con el establecimiento de pastizales. En aquellos suelos que presentan limitaciones para el desarrollo de cultivos agrícolas debe mantenerse la cubierta vegetal, lo que constituye la forma más efectiva y económica de controlar la erosión. Es importante considerar las especies con las cuales se va a reforestar debiendo analizar sus hábitos de crecimiento, vigor, compatibilidad de asociación con otras plantas, resistencia a plagas y enfermedades, características morfológicas, rentabilidad económica, existiendo plantas autóctonas que cumplan con estos requisitos.

1.2.6. Fenómenos Naturales

Es toda manifestación de la naturaleza. Se refiere a cualquier expresión que adopta la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno. La ocurrencia de un "fenómeno natural" sea ordinario o incluso extraordinario (mucho más en el primer caso) no necesariamente provoca un "desastre natural". Entendiendo que la tierra está en actividad, puesto que no ha terminado su proceso de formación y que su funcionamiento da lugar a cambios en su faz exterior, los fenómenos deben ser considerados siempre como elementos activos de la geomorfología terrestre (Maskrey, 1993; citado por Huillca, 2013).

La magnitud del impacto de los fenómenos naturales se diferencia de una zona a otra, lo que responde a variaciones en la intensidad de los eventos y a la relación de esta intensidad con la fragilidad ecológica de distintas poblaciones y zonas de la región (Gutiérrez, 1999; citado por Huillca, 2013).

1.2.7. Desastres Naturales

Es la correlación entre fenómenos naturales peligrosos (como terremotos, huracanes, maremotos, diluvios, etc.) y determinadas condiciones socioeconómicas y físicas

vulnerables (como situación económica precaria, viviendas mal construidas, tipo de suelo inestable, mala ubicación de la vivienda, etc). En otras palabras, se puede decir que hay un alto riesgo de desastre si uno o más fenómenos naturales peligrosos ocurrieran en situaciones vulnerables (Maskrey, 1993; citado por Huillca, 2013).

Cuando por múltiples razones, la comunidad es incapaz de transformar sus estructuras, adecuar sus ritmos y redefinir la dirección de sus procesos como respuesta ágil, flexible y oportuna a los cambios del medio ambiente; cuando los diseños sociales no responden adecuadamente a la realidad del momento que les exige una respuesta, surge el desastre (Jiménez, 2002; citado por Huillca, 2013).

1.2.8. Riesgo

El riesgo que tiene una comunidad de ser afectada por un desastre se define como el resultado de calcular la acción potencial de una amenaza determinada con las condiciones de vulnerabilidad que esta región presenta. Es decir, el riesgo de un país estará determinado por la magnitud de la amenaza que lo afecte y su vulnerabilidad ante esa amenaza.

El riesgo es el número esperado de pérdidas humanas, heridos, daños a la propiedad, al ambiente, interrupción de las actividades económicas, impacto social debido a la ocurrencia de un fenómeno natural o provocado por el hombre, es decir, el producto de la amenaza por la vulnerabilidad (Jiménez, 2002; citado por Gómez, 2003: citado por Huillca, 2013).

1.2.9. Amenaza

Amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado. La amenaza surge cuando de la posibilidad teórica se pasa a la probabilidad más o menos concreta, de que uno de esos fenómenos de origen natural o humano se produzca en un determinado tiempo y en una determinada región que no esté adaptada para afrontar sin traumatismos ese fenómeno. (Wilches-Chaux, 1998; citado por Huillca. 2013).
La amenaza puede ser clasificada en distintos tipos:

a. Amenaza Natural

Tiene su origen en la dinámica transformación de la tierra. Normalmente el hombre no interviene en la ocurrencia de estos fenómenos, ni está en capacidad de evitar que se produzcan los mismos (Gómez, 2003; citado por Huillca, 2013).

b. Amenaza Socio-natural

Es aquella que se expresa a través de fenómenos que parecen ser productos de la dinámica de la naturaleza, pero que en su ocurrencia o en la agudización de sus efectos, interviene el hombre. Las expresiones más comunes de esta amenaza son las inundaciones, las sequías o los deslizamientos, en donde actividades como la deforestación y mal uso de la tierra en las cuencas hidrográficas, o la construcción de obras de infraestructura sin las precauciones ambientales adecuadas, se constituyen en variables explicativas de la ocurrencia de estos fenómenos (Gómez, 2003; citado por Huillca, 2013).

c. Amenaza Antrópica

Es aquella claramente atribuibles a la acción humana sobre los elementos de la naturaleza (aire, agua y tierra) o sobre la población, que ponen en peligro la integridad física o la calidad de vida de las comunidades (Gómez, 2003; citado por Huillca, 2013).

d. Vulnerabilidad

Por vulnerabilidad se denota la incapacidad de una comunidad para absorber, mediante el autoajuste los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio, que para la comunidad constituye un riesgo. La vulnerabilidad determina la intensidad de los daños que produzca la ocurrencia efectiva del riesgo sobre la comunidad (Jiménez, 2002; citado por Huillca, 2013).

La vulnerabilidad puede comprenderse como aquel conjunto de condiciones a partir de las cuales una comunidad está o queda expuesta al peligro de resultar afectada por

una amenaza, sea de tipo natural, antrópica o socio-natural (Gómez, 2003; citado por Huillca, 2013).

Ser vulnerable es ser susceptible de sufrir daño y tener dificultad de recuperarse de ello. No toda situación en que se halla el ser humano es vulnerable. Hay situaciones en las que la población sí está realmente expuesta a sufrir daño de ocurrir un evento natural peligroso. Hay otras, en cambio, en que la gente está rodeada de ciertas condiciones de seguridad, por lo cual puede considerarse protegida (Gómez, 2003; citado por Huillca, 2013).

1.2.10. Ordenamiento Territorial

Glave (2012), define que el ordenamiento territorial implica el reconocimiento de un desorden previo de las partes y elementos que integran el territorio, conformado a partir de la acción antrópica sobre el medio. El objeto del ordenamiento es el territorio, que muestra alteraciones entre sus partes y elementos. Dichos elementos pueden diferenciarse entre naturales (relieve, clima, vegetación, ríos, suelos, etc.) y antrópicos (infraestructuras, patrimonio, etc.). Para delimitar las partes del territorio, la geografía ha utilizado dos tipos de criterios: homogeneidad y cohesión, para diferenciar áreas territoriales homogéneas (áreas de montaña, áreas económicas homogéneas, etc.) y áreas territoriales funcionales (cuenca hidrográfica, un ecosistema o un área de mercado).

1.2.10.1. Ordenación de Cuenca

Ovalles y Méndez, (2008), definen que es una política del estado y la sociedad, para conocer, promover, regular y administrar el manejo, preservación y conservación del agua y recursos naturales, sociales, los ecosistemas estratégicos y la consideración de peligros naturales, conjuntamente con la ocupación y el uso de la tierra, la localización de actividades económicas, la organización de la red de centros poblados y de espacios rurales, la cobertura de infraestructuras de servicios, de obras hidráulicas y la red vial, y rasgos de orden cultural y político-institucional; todo ello en procura de alcanzar objetivos del desarrollo integral y sostenible.

1.2.10.2. Gestión del Plan de Ordenación de Cuencas Hidrográficas

Pastor (2016), indica que el término gestión está referido a la actuación de los actores sociales y sus competencias junto con el proceso de articulación de instrumentos y mecanismos de tipo técnico, político, gerencial y administrativos que facilitan alcanzar los objetivos previstos en el plan.

Significa en su esencia, diligenciar y poner en práctica la organización, promoción, coordinación, ejecución y control de las acciones: medidas, programas y proyectos contenidas en el plan, relativas a la asignación de usos al territorio, incluidas las áreas bajo régimen de administración especial y áreas de amenazas naturales; los programas de manejo de recursos naturales, la localización de proyectos relacionados con actividades productivas, el equipamiento de obras de infraestructura, las pautas sobre el sistema urbano y áreas especiales rurales, junto con la modernización de la organización institucional del poder público para la gestión. Todo ello se sustenta en la consideración de actuaciones administrativas y en la disponibilidad de instrumentos y mecanismos para la acción de los agentes del Estado y de la sociedad civil, en su condición de actores sociales comprometidos.

1.2.11. ¿Qué se entiende por desarrollo sostenible?

Umaña (2002), define se entiende por desarrollo sostenible al que satisfaga las necesidades de las generaciones presentes sin poner en riesgo o sin comprometer las Capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.
Este concepto implica cuatro elementos fundamentales que son: El aprovechamiento adecuado de los recursos, una distribución más equitativa de los recursos manteniendo el equilibrio, la participación de la población en la gestión y la conservación de la capacidad productiva de los ecosistemas intervenidos a fin de que se mantenga el nivel de producción con características permanentes.

1.2.11.1. ¿Qué es el desarrollo sostenible en una cuenca hidrográfica?

Umaña (2002), define es aquel en el cual se asegura que las poblaciones de estas cuencas, puedan alcanzar un nivel aceptable de bienestar tanto en el presente como el futuro; pero que esto sea además compatible con las condiciones ecológicas y socioeconómicas en el largo plazo.

Esto tiene que ver con el uso adecuado que se le dé al suelo, con el manejo de la vegetación, sistemas de cultivos, cuido y uso del agua, mantenimiento de la biodiversidad etc.

Pero más sencillo puede ser si podemos responder algunas interrogantes como estas: **¿Qué agua tomarán nuestros nietos?, ¿De dónde la tomarán?, ¿Qué calidad tendrá?** O bien interrogantes como estas: ¿**Dónde sembrarán nuestros nietos? ¿Habrá suelo fértil para que siembren? ¿Cuánto lograrán cosechar?** Y así se pueden enumerar muchas preguntas con respuestas muy inciertas. (Umaña, 2002)

1.2.11.2. Uso sostenible

Es un concepto incluido en la política general de gestión de los recursos naturales renovables y asociado a un desarrollo sostenible que debe permitir el aprovechamiento de los recursos, en este caso del agua, de manera eficiente garantizado su calidad, evitando su degradación con el objeto de no comprometer ni poner en riesgo su disponibilidad futura. (es.slideshare.net)

1.2.12. Gestión del agua

Pastor (2016), define que es proceso sustentado en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, (1) el control y manejo del agua y las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos, por ende su distribución y administración, (2) la regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua, y (3) la preservación y sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y daños a ecosistemas vitales y al medio ambiente. La gestión del agua comprende en su totalidad a la administración gubernamental del agua.

Dourojeanni et al. (2002), el tema gestión del agua tiene una muy alta valoración social y ha generado fuertes discusiones y debates en diversos ámbitos, iniciándose con la necesidad de preservar el agua, su uso y controlar el efecto de los fenómenos hidrológicos existentes; puesto que este recurso está asociado a la vida.

Al respecto de ello, la gestión del agua, estuvo asociada inicialmente a controlar la captación del agua de una cuenca, luego a la protección y conservación de sus recursos, y en la actualidad se ha desarrollado su enfoque al área de distribución y al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de una región, pero debe ser manejada de forma integral y no subsectorial.

La cuenca, sea en forma independiente o interconectada con otras, es reconocida como la unidad territorial más adecuada para la gestión integrada de los recursos hídricos. Sin embargo, desde que las jurisdicciones político–administrativas (países, estados, provincias, municipios o regiones) no coinciden con los límites territoriales de las cuencas, gran parte de las decisiones que afectan el ciclo hidrológico, el aprovechamiento del agua y a los habitantes de una cuenca, no considera las interrelaciones que ocurren en la totalidad de este sistema integrado, como tampoco el efecto que tiene el drenaje del agua de la cuenca en las franjas costeras y el mar. Además, es común que la gestión del agua se fragmente por sectores responsables de su control y aprovechamiento, por tipos de usos, por la fuente donde se capta y otras arbitrariedades similares.

1.2.12.1. Gestión social del agua

Alencastre (2008), propone que es la acción conjunta que se alcanza en los espacios de interrelación social con base a vínculos interinstitucionales construidos entre y desde los actores locales, regionales y nacionales, interesados en el objetivo común del desarrollo desde lo local

La gestión social está vinculada con la gestión privada, pública, familiar, comunal, cooperativa, individual.

Según Mckeown (2002), considera que la Gestión Social del agua y el ambiente en cuencas, es la gestión del agua de múltiples usos e intereses, con los usuarios organizados y la institucionalidad local.

1.2.12.2. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)

Pastor (2016), define como: “proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque”.

La Asociación Mundial del Agua (2005), ha definido la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), como: “Un proceso sistemático para el desarrollo, Asignación y monitoreo del recurso hídrico y sus usos, en el contexto de objetivos sociales, económicos y ambientales”.

Por lo tanto la gestión integrada del recurso hídrico es fundamental y comprende una multiplicidad de factores: geofísicos, químicos, biológicos, sociales, económicos, culturales y políticos, sin embargo, hace falta mayor integración entre las disciplinas para lograr un abordaje holístico de la problemática del agua, en donde la vinculación y coordinación entre los organismos de planificación y gestión sean capaces de brindar las herramientas necesarias para identificar las potencialidades del recurso y mejorar la eficiencia de su manejo y uso.

1.2.12.3. Alcances de la Evaluación de Cuencas Hidrográficas

• La concepción de integralidad de la cuenca hidrográfica, en el marco del desarrollo sostenible.

• El conocimiento de las condiciones físico naturales, de los recursos naturales y de ecosistemas estratégicos, su sensibilidad frente a potenciales acciones de intervención y usos concomitantes.

• El análisis de amenazas naturales o peligros materiales como restricción a su ocupación y a la prevención de potenciales desastres naturales.

• La estructura y dinámica del poblamiento y sus tendencias, básico para comprender los procesos de movilidad, distribución, ocupación y usos de la tierra.

• El análisis de los usos actuales del territorio de la cuenca, esencial para la asignación de los usos recomendables: áreas a ser protegidas, áreas de elevado valor estratégico, áreas susceptibles a riesgos naturales, áreas de producción económica, áreas residenciales, áreas de usos múltiples, entre otras.

• La localización de las actividades económicas: agrícolas, pecuarias, forestales,

Mineras, energéticas, industriales, turísticas y recreacionales, junto con los efectos potenciales sobre las condiciones físico-naturales y el espacio social construido.

• La organización de la red de centros urbanos y de asentamientos rurales.

• El equipamiento de la infraestructura de servicios, elementos estructuradores del territorio de la cuenca.

• La adecuación de la cuenca para crear las ventajas comparativas y competitivas que posibiliten la creación de cadenas de producción, estimulen la localización del gasto público y la inversión privada y promueven el desarrollo endógeno.

• La organización de una estructura institucional y administrativa eficiente, de la base legal específica, de instrumentos esenciales: planes y proyectos y de fuentes de financiamiento, a fin de responder a los requerimientos del proceso de ordenación.

• El logro de objetivos relacionados con la calidad de vida de la población, la identidad cultural, el manejo adecuado de los recursos naturales, la calidad ambiental y la organización armónica del territorio. (Ovalles et al., 2008, p. 246-247)

1.2.12.4. El interés por estudiar las Cuencas Hidrográficas

Umaña (2002), define el término cuenca hidrográfica, estaba reservado casi exclusivamente para los hidrólogos y otros científicos como geólogos y geógrafos, sin embargo hoy día se ha popularizado al punto que muchos alcaldes de varios municipios, se preocupan finalmente de las cuencas de donde se abastecen de agua y donde pueden provenir eventualmente graves peligros de inundación.

Entre las razones de este interés se pueden mencionar las siguientes:

Una creciente competencia por el uso del agua en cantidad y calidad, que solo se puede evitar conciliando los intereses de los usuarios mediante un

- **Una creciente competencia por el uso del agua en cantidad y calidad,** que solo se puede evitar conciliando los intereses de los usuarios mediante un manejo integral del recurso en cada cuenca.
- **Ocupación de zonas con alto riesgo,** como zonas de inundación y zonas de deslizamientos e incluso zonas de gran escasez de agua.
- **Incremento de los usuarios del recurso agua,** donde se compite no solo con la agricultura (riego) pero también con otros usos (por ejemplo crianza de peces).
- **El impacto de los fenómenos naturales extremos**, como sequías, inundaciones y grandes deslizamientos, han obligado a que los usuarios, deban aunar esfuerzos, aunque esto es todavía muy incipiente en las cuencas.
- **Existen aportes de organismos internacionales y de asistencia bilateral** que tienen acciones vinculadas a la temática de cuencas han contribuido en forma directa e indirecta a crear conciencia sobre la necesidad del manejo de las cuencas hidrográficas.
- **Existen acuerdos internacionales sobre la temática ambiental,** en general y sobre el agua en particular que también han fomentado el enfoque a nivel de cuencas hidrográficas.
- **Se promueven actividades de difusión y capacitación,** que tienen como tema central, la gestión de cuencas Hay dos aspectos muy importantes que presentan las Cuencas Hidrográficas y están referidos a los siguientes:
  - **Posibilidad de organizar a la población,** en relación a la temática ambiental en función de un recurso (el agua) y un territorio compartido (la cuenca) superando la barrera impuesta por los límites político-administrativos y facilitando las comunicaciones entre ellos.
  - **Mayor facilidad para la ejecución de acciones** dentro de un espacio donde se puede conciliar los intereses de los distintos actores en torno al uso del territorio de la cuenca, al uso múltiple del agua y el control de fenómenos naturales adversos.

1.2.13. Usos del Agua

Montalvo (2010), indica en los siguientes cuadros el uso del agua en el Perú:

Figura 1.8. Uso del agua en el Perú.

USOS DE AGUA EN EL PERU /AÑO

Uso	Volumen (MMC/ año)
Agrícola	16,267
Doméstico	1,364
Industrial	1,155
Minero	207
Total	18,993

Fuente: Adaptado por Montalvo (2010)

1.2.14. Sector Hidráulico

Reglamento de la Ley N° 30157 (2014), consideran que es aquello que está conformado por un conjunto de infraestructuras hidráulicas, que a su vez estas cumplen la función de captación, derivación, distribución medición, drenaje y se caracteriza por sector hidráulico mayor y menor cada uno con sus respectivos cualidades y funciones importantes.

1.2.14.1. Sector Hidráulico Menor - Clase B

ANA (2011), indica que se distingue por comprender, entre otras, obras de derivación en uno o más puntos de la fuente natural de agua con régimen no permanente. En algunos casos comprende obras de almacenamiento menores a veinte (20) millones de metros cúbicos.

1.2.14.2. Subsector Hidráulico

Reglamento de la Ley N° 30157 (2014), indica que los Subsectores Hidráulicos son aquellos que está comprendida dentro del Sector Hidráulico ya sea mayor o menor y distintas clases, su estudio y delimitación se basa en la existencia de Comisiones de

Usuarios que están conformadas por los Comités de Usuarios que han primado en la delimitación de los Subsectores Hidráulicos, ya que se han organizado en base a las tomas laterales que comparten además de formar parte de la Comunidad o anexo a la cual pertenecen.

1.2.14.3. Criterios de Delimitación de Sector y Subsectores Hidráulicos

Según, Reglamento de la Ley N° 30157 (2014).

- **Hidrográficos – ambientales:**
  Unidades de producción contiguas que reciben el servicio de suministro de agua de una fuente común (rio principal de la cuenca o acuífero) y están integrados a través de la infraestructura hidráulica y otros bienes asociados, sus vías de comunicación, respetando las áreas naturales protegidas.

- **Administrativos:**
  Considera los ámbitos administrativos establecidos por la Autoridad Nacional de Agua.

- **Hidráulicos**
  Tener en cuenta la interconexión hidrográfica en el sector hidráulico, de modo que la administración del servicio de suministro de agua sea equitativa, eficiente y oportuna para los usuarios de la parte alta, media y baja de la cuenca.

1.2.15. Definición de Obras Hidráulicas

1.2.15.1. Canales

Rodríguez (2008), define los canales son conductos abiertos o cerrados en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera; esto quiere decir que el agua fluye impulsada por la presión atmosférica y de su propio peso.

Canales naturales: Incluyen todos los cursos de agua que existen de manera natural en la tierra, los cuales varían en tamaño desde pequeños arroyuelos en zonas

montañosas, hasta quebradas, ríos pequeños y grandes, arroyos, lagos y lagunas. Las corrientes subterráneas que transportan agua con una superficie libre también son consideradas como canales abiertos naturales. La sección transversal de un canal natural es generalmente de forma muy irregular y variable durante su recorrido, lo mismo que su alineación y las características y aspereza de los lechos (Rodriguez, 2008, p. 1).

Canales artificiales: Los canales artificiales son todos aquellos construidos o desarrollados mediante el esfuerzo de la mano del hombre, tales como: canales de riego, de navegación, control de inundaciones, canales de centrales hidroeléctricas, alcantarillado pluvial, sanitario, canales de desborde, canaletas de madera, cunetas a lo largo de carreteras, cunetas de drenaje agrícola y canales de modelos construidos en el laboratorio. Los canales artificiales usualmente se diseñan de forma geométricas regulares (prismáticos), un canal construido con una sección transversal invariable y una pendiente de fondo constante se conoce como canal prismático. El término sección de canal se refiere a la sección transversal tomado en forma perpendicular a la dirección del flujo (Rodriguez, 2008, p. 2).

a. Canales de Riego por su Función

Rodríguez (2008), define los canales de riego por sus diferentes funciones adoptan las siguientes denominaciones:

Canal de primer orden.- Llamado también canal principal o de derivación y se le traza siempre con pendiente mínima, normalmente es usado por un solo lado ya que por el otro lado da con terrenos altos (cerros).

- **Canal de segundo orden.-** Llamados también laterales, son aquellos que salen del canal principal y el gasto que ingresa a ellos, es repartido hacia los sub – laterales, el área de riego que sirve un lateral se conoce como unidad de riego.
- **Canal de tercer orden.-** Llamados también sub-laterales y nacen de los canales laterales, el gasto que ingresa a ellos es repartido hacia las parcelas individuales a través de las tomas granjas.

1.2.16. Bocatomas en ríos de montaña

ANA (2010), define las consideraciones importantes De acuerdo a lo establecido por el Bureau of Reclamation (USBR), y por las prácticas usuales de ingeniería en proyectos similares, se recomienda los siguientes criterios:

• El caudal adoptado corresponderá a una avenida máxima entre 50 y 100 años, para condiciones de operación extrema.

• Determinación del caudal de captación de acuerdo a los requerimientos, pudiendo ser una o más ventanas.

• Para atenuar el ingreso de sólidos de fondo, se puede incluir un canal de limpia gruesa o desrripiador, ubicado frente a las ventanas de captación. Completando la limpia un conducto de purga ubicado antes de las compuertas de regulación, el caudal descargará a la poza del barraje móvil.

• La operación de captación del caudal de diseño, tendrá en cuenta que lo podrá efectuar en época de estiaje, manteniendo cerradas las compuertas del barraje móvil y durante el periodo de avenidas con la compuerta parcial o completamente abiertas.

• El diseño de la estructura vertedora a proyectarse en el cauce del río, deberá permitir el paso de la avenida máxima de diseño, mediante la acción combinada entre el barraje fijo y el móvil, cuyo salto hidráulico deberá estar contenido dentro de los muros de encauzamiento y poza disipadora. Aguas abajo se deberá contemplar una protección de enrocado.

1.2.17. Tomas convencionales

Los ríos de montaña tienen caudales relativamente pequeños, gradientes relativamente grandes y corren por valles no muy amplios. En crecientes llevan cantidades apreciables de material sólido, las tomas comunes no convencionales se componen de los siguientes elementos principales: Un dique que cierra el cauce del río y obliga a que toda el agua que se encuentra por debajo de la cota de su creta entre a la conducción. En tiempo de creciente e exceso de agua pasa por encima de

este dique o sea que funciona como vertedero. Este tipo de dique vertedero se llama azud. Para evitar que en creciente entre excesiva agua a la conducción, entre esta y la toma se dejan estructuras de regulación. Una de estas es la compuerta de admisión que para el caso de reparación o inspección.

1.2.18. Presas pequeñas

ANA (2010), señala las presas se pueden clasificar en un número de categorías diferentes, que depende del objeto de la clasificación. Para el objeto de este trabajo de tesis, es conveniente considerar tres amplias clasificaciones de acuerdo con: El uso, el proyecto hidráulico, o los materiales que forman la estructura.

1.2.18.1. Clasificación según el uso

Las presas se pueden clasificar de acuerdo con la función más general que van a desempeñar, como de almacenamiento, de derivación, o regulación. Se pueden precisar más las clasificaciones cuando se consideran sus funciones específicas. Presas de almacenamiento, se construyen para embalsar el agua en los periodos en que sobra, para utilizarla cuando escasea. Estos periodos pueden ser estacionales, anuales, o más largos. Muchas presas pequeñas almacenan los escurrimientos de primavera para usarse en la estación seca del verano. (ANA, 2010)

- **Las presas de almacenamiento**

Se pueden a su vez clasificar de acuerdo con el objeto del almacenamiento, como para abastecimiento de agua, para recreo, para la cría de peces y animales salvajes, para la generación de energía hidroeléctrica, irrigación, etc. El objeto específico u objetos en los que se va a utilizar el almacenamiento tienen a menudo influencia en el proyecto de la estructura, y pueden determinar conceptos como el de la magnitud de las fluctuaciones del nivel que pueden esperarse en el vaso y el del volumen de filtraciones que pueden permitirse. (ANA, 2010)

- **Las presas de derivación**

Se construyen ordinariamente para proporcionar la carga necesaria para desviar el agua hacia zanjas, canales, y otros sistemas de conducción al lugar en que se van a

usar. Se utilizan en los sistemas de riego, para la derivación de una corriente natural hacia un vaso de almacenamiento fuera del cauce natural de la corriente, para usos municipales e industriales, o para una combinación de los mismos. (ANA, 2010)

- **Las presas regulares**

Se construyen para retardar el escurrimiento de las avenidas y disminuir el efecto de las ocasionales. Las presas reguladoras se dividen en dos tipos.

En uno de ellos, el agua se almacena temporalmente, y se deja salir por una obra de toma con un gasto que no exceda de la capacidad de cauce de aguas abajo.

En el otro tipo, el agua se almacena tanto tiempo como sea posible y se deja infiltrar en las laderas del valle o por los estratos de grava de la cimentación. A este último tipo se le llama algunas veces de distribución o dique, porque su principal objeto es recargar los acuíferos. Las presas reguladoras también se construyen para detener los sedimentos. A menudo a estas se les llama presas para arrastres.

Aunque no es tan frecuente que se utilicen para varios objetos como las presas grandes, con frecuencia sirven para más de un fin. Cuando son para varios objetos, se reserva un volumen separado del vaso para cada uno de ellos. Existe una combinación de usos relativamente frecuente en la que entran el almacenamiento, el control de avenidas y para deportes. (ANA, 2010)

1.2.18.2. Clasificación según su Proyecto Hidráulico

Las presas se pueden clasificar también como presas vertedoras o no vertedoras.

Las presas vertedoras. Se proyectan para descargar sobre sus coronas. Deben estar hechas de materiales que no se erosionen con tales descargas. Es necesario emplear concreto, mampostería, acero y madera, excepto en las estructuras vertedoras muy bajas de unos cuantos pies de altura. (ANA, 2010)

Presas no vertedoras. Son las que se proyectan para que no rebase el agua por su corona. Este tipo de proyecto permite ampliar la elección de materiales incluyendo las presas de tierra y las de enrocamiento. Con frecuencia se combinan los dos tipos para formar una estructura compuesta, que consiste de, por ejemplo, una parte

vertedora de concreto de gravedad con extremos formados por terraplenes. (ANA, 2010)

1.2.18.3. Clasificación según los materiales

La clasificación más común que se usa en la discusión de los procedimientos de construcción se basa en los materiales que forman la estructura. (ANA, 2010)

En esta clasificación también se menciona el tipo básico de proyecto como, por ejemplo presa de concreto de gravedad, o presa de concreto del tipo de arco. En este texto nos limitamos a discutir los tipos más comunes de presas pequeñas que se construyen en las condiciones actuales; que son, las de tierra, las de enrocamiento, y las de gravedad de concreto. Otros tipos de presas, incluyendo las de arco de concreto, las de contrafuertes de concreto, y las de madera, se discuten brevemente, dando una explicación por lo que su proyecto no se incluye en este texto. (ANA, 2010)

Presas de tierra. Las presas de tierra constituyen el tipo de presas más común, principalmente porque en su construcción intervienen materiales en su estado natural que requieren el mínimo de tratamiento. Además, los requisitos para sus cimentaciones son menos exigentes que para los otros tipos. Es probable que las presas de tierra continúen prevaleciendo sobre los demás tipos para fines de almacenamiento, parcialmente, debido a que el número de emplazamientos favorables para las estructuras de concreto está disminuyendo como resultado de los numerosos sistemas de almacenamiento de agua que se han emprendido, especialmente en las regiones áridas y semiáridas en las que la conservación del agua para riego es una necesidad fundamental. (ANA, 2010)

Aunque dentro de la clasificación de presas de tierra están comprendidos varios tipos, los adelantos obtenidos en los equipos de excavación, acarreo y compactación de materiales terrosos, ha hecho el tipo de presas de tierra compactada tan económico que virtualmente ha reemplazado los tipos de terraplenes hidráulicos. Lo que es especialmente cierto al tratarse de la construcción de pequeñas estructuras, en las que la relativamente pequeña cantidad de material que hay que manejar, impide la instalación de la planta de grandes dimensiones que es necesaria para la eficiencia de

las operaciones hidráulicas. Por esta razón, solamente se tratan en este texto las presas de tierra compactada. Las presas de tierra compactada se subdividen en presas de un solo material, o de varios, con diafragmas. (ANA, 2010)

Las presas de tierra requieren estructuras complementarias que sirvan de vertedores de demasías. La principal desventaja de una presa de tierra es que, si no tiene suficiente capacidad, el vertedor de demasías puede dañarse y aun destruirse por el efecto erosivo del agua que llegue a rebasarla. También están sujetas a sufrir serios daños y aun a fallar debido a las perforaciones hechas por animales cavadores, a menos de que se tomen precauciones especiales. A menos de que el emplazamiento de la presa quede fuera del cauce de la corriente, se deben tomar medidas para desviar la corriente durante la construcción a través del emplazamiento por medio de un conducto, o alrededor del mismo por medio de un túnel. De otra manera, se deben incorporar en el proyecto medidas especiales que permitan que el agua pase sobre el terraplén durante la construcción. Este tipo de derivación solamente debe usarse cuando se disponga de personal experimentado en este trabajo.

Presas de enrocamiento. En las presas de enrocamiento se utiliza roca de todos los tamaños para dar estabilidad a una membrana impermeable. La membrana puede ser una capa de material impermeable del lado del talud mojado, una losa de concreto, un recubrimiento de concreto asfáltico, placas de acero, o cualquier otro dispositivo semejante; o puede ser un núcleo interior delgado de tierra impermeable.

Como los terraplenes de tierra, los de roca están sujetos a daños y destrucción si los rebasa el agua y, por lo tanto, deben tener un vertedor de demasías de la capacidad adecuada para evitar que esto suceda. Una excepción la constituyen las presas derivadores extremadamente bajas en las que el enrocamiento está especialmente proyectado para soportar los derrames. Las presas de enrocamiento requieren cimentaciones que no estén sujetas a asentamientos de magnitudes suficientes para romper la membrana impermeable. Las únicas cimentaciones adecuadas, por lo general, son la roca o la arena compacta y la grava.

El tipo de enrocamiento se adapta a los emplazamientos remotos, donde abunda la roca buena, donde no se encuentra tierra buena para una presa de tierra, y donde la construcción de una presa de concreto resultaría muy costosa. (ANA, 2010)

Presas de concreto del tipo de gravedad. Las presas de gravedad, de concreto se adaptan a los lugares en los que se dispone de una cimentación de roca razonablemente sana, aunque las estructuras bajas se pueden establecer sobre cimentaciones aluviales si se construyen los dados adecuados. Se adaptan bien para usarse como cresta vertedora y, debida a esta ventaja, a menudo se usan formando la parte vertedora de las presas de tierra y de enrocamiento o de una presa derivadora.

Al empezar el siglo XX, algunas de las presas de gravedad se construyeron de piedra. Sin embargo, la cantidad de mano de obra requerida en esta operación ha sido la causa del uso exclusivo que se hace del concreto en la construcción de las presas modernas de gravedad.

Las presas de gravedad pueden tener planta curva o recta. La planta curva puede proporcionar algunas ventajas en lo que respecta al costo y a la seguridad. Además, ocasionalmente, la curvatura hacia aguas arriba puede situar esa parte de la presa en una cimentación más elevada de roca. (ANA, 2010)

Presas de concreto del tipo de arco. Las presas de concreto del tipo de arco se adaptan a los lugares en los que la relación de la distancia entre los arranques del arco a la altura no es grande y donde la cimentación en estos mismos arranques es roca sólida capaz de resistir el empuje del arco. Debido a que el proyecto de una presa del tipo de arco es una especialidad, no se incluye en este texto una discusión detallada de este tipo de proyecto. (ANA, 2010)

Presas de concreto del tipo de contrafuertes. Las presas del tipo de contrafuertes comprenden las de losas y las de arcos. Requieren aproximadamente el 60% menos de concreto que las presas macizas de gravedad, pero los aumentos debidos a los moldes y al refuerzo de acero necesario, generalmente contrarrestan las economías en concreto. Se construyeron varias presas de contrafuertes en la década de los 30, cuando la relación del costo de la mano de obra al costo de los materiales era

comparativamente baja. Este tipo de construcción no puede competir generalmente con los otros tipos de presas cuando la mano de obra es cara.

El proyecto de las presas de contrafuertes se basa en el conocimiento y criterio que se adquiere solamente por la experiencia especializada en este tipo de obras. Debido a esta circunstancia y a la limitada aplicación de las presas de contrafuertes en las condiciones actuales, el proyecto de este tipo de estructuras no se incluye en este texto. (ANA, 2010)

1.2.18.4. Otros tipos de Presas

Se han construido presas de otros tipos aparte de los mencionados, pero en la mayor parte de los casos satisfacen requisitos poco usuales o son de naturaleza experimental. En pocos casos, se ha usado acero estructural para la pantalla de aguas arriba y en armaduras de soporte en las presas. Antes de 1920, se construyeron numerosas presas de madera, especialmente en el noroeste. La cantidad de mano de obra necesaria en la construcción de las presas de madera, combinada con la corta vida de la estructura, hace que este tipo sea antieconómico en la construcción moderna. Este y otros tipos poco comunes no se tratan en el texto. (ANA, 2010)

1.2.19. Ley de Recursos Hídricos

Ley N° 29338 (2009), Señala que La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable, tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

1.2.19.1. Principio de Sostenibilidad

El Estado promueve y controla el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran.

El uso y gestión sostenible del agua implica la integración equilibrada de los aspectos socioculturales, ambientales y económicos en el desarrollo nacional, así como la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

1.2.19.2. Principio de respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas

El Estado respeta los usos y costumbres de las comunidades campesinas y comunidades nativas, así como su derecho de utilizar las aguas que discurren por sus tierras, en tanto no se oponga a la Ley. Promueve el conocimiento y tecnología ancestral del agua.

1.2.19.3. Principio de Gestión Integrada Participativa por Cuenca Hidrográfica

El uso del agua debe ser óptimo y equitativo, basado en su valor social, económico y ambiental, y su gestión debe ser integrada por cuenca hidrográfica y con participación activa de la población organizada. El agua constituye parte de los ecosistemas y es renovable a través de los procesos del ciclo hidrológico.

1.2.20. Reglamento de Procedimiento Administrativo para otorgamiento de derecho de uso de agua y de autorización de ejecución de obra en fuentes naturales de agua.

ANA (2015), señalan los siguientes:

Disposiciones especiales para procedimientos administrativos destinados al otorgamiento de licencia de uso de agua:

1.2.20.1. Autorización de Ejecución de Estudio de Disponibilidad Hídrica

Esto comprende la autorización de ejecución de estudio de disponibilidad hídrica superficial o subterránea con o sin perforación de pozo exploratorio según se requiera.

1.2.20.2. Acreditación de Disponibilidad Hídrica

Esto comprende disponibilidad hídrica del estudio de aprovechamiento hídrico, es aprobado mediante acto resolutivo acreditando la disponibilidad hídrica, emitiendo una opinión técnica favorable a la disponibilidad hídrica contenida en el instrumento de gestión ambiental (IGA)

1.2.20.3. Autorización de Ejecución de Obras de Aprovechamiento Hídrico

Esto comprende la ejecución de obras de aprovechamiento hídrico superficial o subterráneo, de proyectos pequeños menores a 500 ha, menores 2000 habitantes y proyectos grandes mayores a 500 ha, mayores a dos mil (2000) habitantes.

1.2.20.4. Licencia de Uso de Agua

El otorgamiento de licencia de uso de agua se otorga previa verificación técnica de campo, en la cual la ALA certifique la conclusión de la ejecución de obras de aprovechamiento hídrico.

1.2.21. Organización de Usuarios

Ley N° 29338 (2009). Indica las formas de organización de los usuarios que comparten una fuente superficial o subterránea y un sistema hidráulico común son comités, comisiones y juntas de usuarios.

1.2.21.1. Los Comités de Usuarios

El comité de usuarios de agua constituye el nivel básico de las organizaciones de usuarios de agua y se conforma por usuarios de agua organizados sobre la base de estructuras de conducción o distribución. (Ley N°30157, 2015)

Los comités de usuarios pueden ser de aguas superficiales, de aguas subterráneas y de aguas de filtración. (Ley N° 29338, 2009)

Los comités de usuarios de aguas superficiales se organizan a nivel de canales menores, los de aguas subterráneas a nivel de pozo, y los de aguas de filtraciones a nivel de área de afloramiento superficial. (Ley N° 29338, 2009)

1.2.21.2. Las Comisiones de Usuarios

Las Comisiones de Usuarios son organizaciones de usuarios de agua de nivel intermedio conformado sobre la base de un subsector hidráulico y comprende a todos los usuarios de agua del mismo. Integra la junta de usuarios para coadyuvar en el desarrollo de sus funciones. (Ley N° 29338, 2009)

1.2.21.3. Las Juntas de Usuarios

Las juntas de usuarios son las organizaciones de usuarios de agua de mayor nivel.

Son personas jurídicas conformadas por usuarios de agua organizados en comisiones y comités de usuarios, sobre la base de un sector hidráulico común. (Ley N° 29338, 2009)

1.2.21.4. Reconocimiento de las Organizaciones de Usuarios

Ley N° 30157 (2015)

La Autoridad Nacional reconoce mediante resolución administrativa a las organizaciones de usuarios.

1.2.21.5. Naturaleza y Finalidad de las Organizaciones de Usuarios

Ley N° 29338 (2009):

Las organizaciones de usuarios son asociaciones civiles que tienen por finalidad la participación organizada de los usuarios en la gestión multisectorial y uso sostenible de los recursos hídricos.

El Estado garantiza la autonomía de las organizaciones de usuarios de agua y la elección democrática de sus directivos, con arreglo al Reglamento.

La Autoridad Nacional lleva un registro de todas las organizaciones de usuarios establecidas conforme a ley.

1.2.22. Gestión de la Formalidad

Castillo (2007), indica que la informalidad hídrica, viene contribuyendo a la crisis en el manejo del agua desde que, el derecho de aprovechamiento de los formales se ve restringido, se observa que cada año un sector de agricultores asentados en áreas marginales del proyecto, usan el agua utilizando medios perjudiciales e ilegales para la conservación de la infraestructura hidráulica, lo que causa su deterioro y pone en peligro el afianzamiento del sistema. (Castillo, 2007).

La informalidad en la sierra el nivel de uso ilegal es de 63,5% y en la selva alcanza el 84,5%. En nivel de informalidad de ambas regiones llega a 65% ANA, (2013).

Como las políticas respecto al uso de los recursos hídricos no miran la presencia de ésta informalidad y que no ayuda a la gobernabilidad de la gestión del agua, debiéndose realizar un análisis más social y más holístico en la concepción y diseño de sistemas hidráulicos para la atención de las demandas futuras.

1.2.22.1. Formalización

ANA (2012), Señala que el proceso de formalización está dirigido a los usuarios de agua poblacional y agrario debidamente organizados, mediante el otorgamiento de licencias de uso de agua. Los titulares de las licencias de uso de agua que han de otorgarse serán las organizaciones comunales reconocidas por las Municipalidades Provinciales o Distritales, para el caso del agua de uso poblacional, así como de las Comunidades Campesinas y Nativas y las organizaciones de usuarios, ésta última reconocida por la Administración Local de Agua, cuando se trate del uso agrario.

1.2.22.2. Condiciones de la Formalización

Para acceder a la formalización se deberá cumplir con las siguientes condiciones concurrentes:

- Que el uso del recurso hídrico sea público, pacífico y continuo, durante cinco (05) años antes de la entrada en vigencia del Reglamento de Procedimientos Administrativos. para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua, aprobado

con Resolución Jefatura N° 579-2010-ANA, a través de la Declaración Jurada según Formato Anexo N° 2 contenidas en la (R.J N° 484-2012-ANA).

- Que los beneficiarios se encuentren reconocidos por la autoridad correspondiente, para el caso del uso poblacional por la municipalidad respectiva y en el caso del uso agrario, la organización de usuarios deberá estar reconocida por la Administración Local del Agua.
- Que el beneficiario demuestre que existe infraestructura hidráulica para el aprovechamiento hídrico.

1.2.22.3. Requisitos para la formalización

Uso agrario:

- Resolución de reconocimiento de la organización de usuarios En el caso que el solicitante sea comunidad campesina o comunidad nativa, sólo requerirá reconocimiento como tal y acreditar a su actual representante.
- Acreditación de la propiedad o posesión legítima de los predios donde se viene utilizando el agua. Es necesario presentar un listado de los asociados y una copia simple del Documento Nacional identidad. El listado deberá contener la información siguiente: nombres y apellidos, número de DNI, nombre del predio, Unidad Catastral; si excepcionalmente no lo posee se usará la denominación ubicación de riego o coordenadas del predio, superficie bajo riego (ha) y firma o huella digital.
- Memoria Descriptiva de la obra ejecutada debidamente suscrita por un ingeniero agrícola, agrónomo o civil, colegiado y habilitado. Esta deberá contener la justificación de la demanda y un plano con la ubicación de los predios donde se usa el agua, así como de una descripción de la infraestructura hidráulica existente, según Formato Anexo N° 03-B contenido en la (R.J N° 484-2012-ANA).

1.2.22.4. Asignaciones de agua de riego en bloque

Apaclla (2008) define la asignación de agua, consiste en imputar a una determinada unidad de demanda (bloque), hasta un cierto volumen anual con una distribución mensual de hasta ciertos volúmenes de agua procedentes de determinados orígenes.

Se define como bloque de asignación, a la unidad de demanda, conformada por el conjunto de predios de uso agrícola, o unidades agrícola productivas, (con licencia y con permiso, formales, por formalizar y no formalizables) que tienen en común, el origen del recursos hídrico, una estructura hidráulica de captación, distribución y/o regulación, etc., pudiendo incluir también a usuarios no agrícola.

La premisa de asignación asumida es la siguiente: "El mecanismo de asignación ha de partir, de la correcta identificación de las necesidades hídricas de la correspondiente unidad de demanda, y, una vez identificada esta necesidad real, determinar de dónde ha de venir el agua para su correcta satisfacción, entendiendo por correcta satisfacción, el adecuado cumplimiento del criterio de garantía que se haya establecido".

1.2.22.5. Conformación de Bloques de Asignación y Red de Riego

Los criterios iniciales para la conformación preliminar de los bloques, implícitos en la definición, y en base a la integración de un conjunto de predios agrícolas son los siguientes:

- Área y número de usuarios.
- Los predios, deberán tener en común:
    - La fuente del recursos hídrico; y/o
    - Una estructura hidráulica: captación, distribución, regulación, etc.

1.2.22.6. Determinación de la Demanda Hídrica Agrícola y Asignaciones

El requerimiento neto de agua de los cultivos (RN), se obtendrá de acuerdo a la metodología indicada en el software Cropwat versión 8.0, recomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO (por su siglas en inglés) y que utiliza el método de Penman – Monteith.

Para lo cual en la conformación del bloque, se determinara e la superficie total de los predios a irrigar, clasificándolos en zonas bajo riego, irrigable, eriazo y arbórea.

Se identificará el calendario agrícola del bloque, dando a conocer el (%) de cultivo que más se cultiva o siembra para tomar como cultivos predominantes con porcentajes más altos.

El requerimiento bruto de los cultivos (RB), se obtuvo dividiendo el requerimiento neto (RN) entre la eficiencia de riego (Er).

$$RB = \frac{RN}{Er}$$

La asignación de agua consiste en imputar a un bloque hasta cierto volumen anual con una distribución mensual de hasta ciertos volúmenes de agua procedentes de determinados origen.

El punto de partida referencial para la asignación de agua, es la estación hidrométrica en cabecera

1.2.22.7. Disponibilidad Hídrica Superficial Neta de Asignación

La oferta hídrica asignable, se determinara por medio de aforos puntuales de las fuentes, determinados para una disponibilidad hídrica al 75% de persistencia para el caso de licencias por formalizar y al 60% de persistencia para las áreas de permisos y/o autorización.

Para el cálculo de la oferta hídrica asignable neta (OHAN), se obtendrá estas al restar la oferta hídrica asignable (OHA), la demanda poblacional (DP) comprometida y la demanda correspondiente para uso industrial.

Para cálculo de la asignación de agua superficial por fuente, una vez definida la demanda hídrica agrícola formalizable (DAF), se prosigue a la asignación correspondiente por cada fuente de agua.

1.2.22.8. Información Meteorológica y Climatológica

Son datos atmosféricos obtenidos de distintas estaciones meteorológicas, durante largo tiempo los cuales se usan para definir el clima, predecir el tiempo, comprender la interacción de la atmosfera en la agricultura.

1.2.23. Herramientas disponibles para el análisis de datos

1.2.23.1 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los (SIG) son sistemas de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modelamiento y graficación de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planeación y administración. En otras palabras el SIG es un sistema de computador capaz de mantener y usar datos con localizaciones exactas en una superficie terrestre (Carmona y Monsalve, 1997).

Un sistema de información geográfica es una herramienta de análisis de información, esta debe tener una referencia espacial y debe conservar sus características de topología y representación (Carmona y Monsalve, 1997).

a. Componentes de un (S.I.G.)

Hardware: Es donde opera el SIG. Los programas de SIG se pueden ejecutar en un amplio rango de equipos, desde servidores, hasta computadores personales usados en red o desconectado.

Software: Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica.

Datos: Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información. Un SIG integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manipular la información geográfica.

Recurso humano: La tecnología de los SIG está limitada si no se cuenta con el personal que opera, desarrolla y administra el sistema.

Procedimientos: Un SIG operará acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización.

b. Funciones del (S.I.G.)

El uso de SIG radica en dos funciones específicas a saber; una es que se puede describir la captura de la información, esto se logra mediante procesos de digitalización, procesamiento de imágenes de satélite, fotografías, videos, procesos

aerofotogramétricos ver (Figura 1.9), entre otros. La otra función básica hace referencia a la parte del análisis que se puede realizar con los datos gráficos y no gráficos, se puede especificar la función de coincidencia que se refiere a la superposición de objetos dispuestos sobre un mapa (Carmona y Monsalve, 1997).

Figura 1.9. Funciones del SIG.

Fuente: es.slideshare.net (2017)

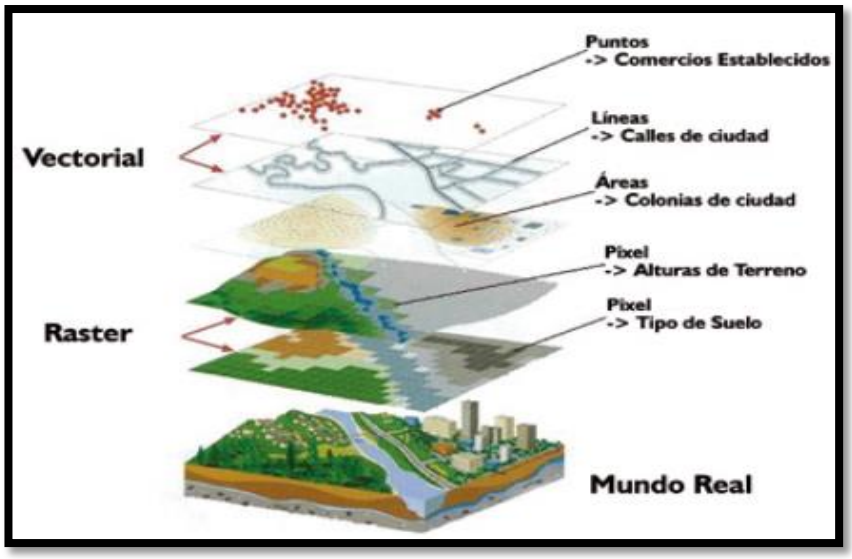
c. Aplicaciones de los sistemas de información geográfica en cuencas hidrográficas.

La utilidad del uso de Sistemas de Información Geográfica radica en su capacidad para construir modelos de las cuencas a partir de de datos digitales y utilizar estos en la simulación de los efectos que son hechos por causas naturales o de origen antrópico. Esta base de datos se constituye en un instrumento eficaz para analizar las tendencias y determinar los factores que las influyen, así como para evaluar las posibles consecuencias de las decisiones de planificación sobre los recursos existentes en la cuenca (Carmona y Monsalve, 1997).

d. Captura de la información

La información geográfica con la cual se trabaja en los SIG. Puede encontrarse en dos tipos de presentaciones o formatos: Celular o raster y Vectorial. 29

Figura 1.10. Formatos Raster, vectorial, mundo real.



Fuente: es.slideshare.net (2017)

e. Formato Raster

El formato raster se obtiene cuando se "digitaliza" un mapa o una fotografía o cuando se obtienen imágenes digitales capturadas por satélites. En ambos casos se obtiene un archivo digital de esa información.

La captura de la información en este formato se hace mediante los siguientes medios: scanners, imágenes de satélite, fotografía aérea, cámaras de video entre otros.

f. Formato vectorial

La información gráfica en este tipo de formatos se representa internamente por medio de segmentos orientados de rectas o vectores. De este modo un mapa queda reducido a una serie de pares ordenados de coordenadas, utilizados para representar puntos, líneas y superficies.

La captura de la información en el formato vectorial se hace por medio de: mesas digitalizadoras, convertidores de formato raster a formato vectorial, sistemas de geoposicionamiento global (GPS), entrada de datos alfanumérica, entre otros.

1.2.24. Software ArcGis versión 10.3

ArcGis es el software de Sistema de Información Geográfico con sus siglas en inglés SIG, más completo del Environmental Systems Researh Institute (ESRI) que sirve para visualizar, crear, manipular y analizar datos geográficos, con distintas

funciones y aplicaciones como ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox y que dan una solución completa para comprender y describir la estructura del software desplegando datos espaciales, consultando bases de datos, editando, asociando y relacionando para producir mapas, reportes y gráficas. Para el ARCGIS es muy importante la entrada de datos, integra una variedad de tipos de datos de una variedad de fuentes, ofrece métodos de entrada de datos para automatizar mapas de papel y otras fuentes de datos no digitales. En este momento ArcGis provee la conversión de datos referenciados geográficamente más exhaustivas de cualquier (G.I.S.)

Los dos modelos básicos para almacenar datos geográficos son vector y raster.

El modelo vector usa coordenadas discretas (pares de coordenadas X, Y) para representar elementos (features) como puntos, líneas o polígonos. El método raster usa celdas cuadradas de igual tamaño para representar features; el nivel de detalle depende del tamaño de la celda. Hay fenómenos físicos que son más aptos para un tipo de datos, por ejemplo la lluvia es más apta para modelos de datos raster. Los datos GIS se componen de tres elementos básicos: geografía (la representación espacial de elementos), atributos (las características descriptivas de los elementos) y las reglas del comportamiento (instrucciones de lo que los features pueden o no pueden hacer).

1.2.25. Análisis de datos Climáticos

El análisis de la información climática sirve para determinar las características climáticas de la zona de estudio, principalmente pluviométrica que es el factor más relevante. Además, los datos climáticos son importantes para la determinación de parámetros de diseño de las obras de conservación de suelos.

Pizarro, (2003), el diseño de las obras de conservación y aprovechamiento de aguas y suelos, debe considerar previamente cuatro conceptos hidrológicos, a saber: período de retorno, un análisis de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia, la velocidad de infiltración de los suelos y el coeficiente de escorrentía, para así, diseñar las obras que favorecen la infiltración de aguas lluvias en condiciones desfavorables.

1.2.26. Software Hidroesta 2

Este software permite:

- El cálculo de los parámetros estadísticos, para datos agrupados y no agrupados, tanto con los momentos tradicionales como con momentos lineales.
- Cálculos de regresión lineal, no lineal, simple y múltiple así como regresión polinomial.
- Evaluar si una serie de datos se ajustan a una serie de distribuciones: normal, log-normal, gamma, log-Pearson tipo III, Gumbel y log-Gumbel, tanto con momentos ordinarios, como con momentos lineales. Si la serie de datos se ajusta a una distribución, permite calcular por ejemplo caudales o precipitaciones de diseño, con un período de retorno dado o con una determinada probabilidad de ocurrencia.
- Calcular a partir de la curva de variación estacional o la curva de duración, eventos de diseño con determinada probabilidad de ocurrencia.
- Realizar el análisis de una tormenta y calcular intensidades máximas, a partir de datos de pluviogramas, así como la intensidad máxima de diseño para una duración y periodo de retorno dado, a partir del registro de intensidades máximas. También permite el cálculo de la precipitación promedio por los métodos promedio aritmético, polígono de Thiessen e isoyetas.
- Los cálculos de aforos realizados con molinetes o correntómetros.
- El cálculo de caudales máximos, con métodos empíricos (racional y Mac Math) y estadísticos (Gumbel y Nash).
- Cálculos de la evapotranspiración con los métodos de Thorthwaite, Blaney-Criddle, Penman, Hargreaves y cálculo del balance hídrico.

Además, HidroEsta incluye una ayuda, para que el usuario pueda consultar las ecuaciones que se utilizan en los cálculos.

Usted amigo seguidor del blog, ya sea ingeniero agrícola, civil, agrónomo, hidrólogo o especialista que trabaja en el campo de los estudios hidrológicos, tiene en HidroEsta, una herramienta que le permite realizar cálculos y simulaciones

rápidas en sus trabajos en esta área. Estamos plenamente seguros que el uso de este software en su trabajo diario le será de gran provecho.

HidroEsta, es una herramienta que facilita y simplifica los cálculos laboriosos, y el proceso del análisis de la abundante información que se deben realizar en los estudios hidrológicos.

El producto del trabajo proporciona al ingeniero civil, agrícola, agrónomo, hidrólogo y otros especialistas que trabajen en este campo, una herramienta que permite realizar cálculos, simulaciones rápidas, y determinar los caudales o precipitaciones de diseño.

1.2.27. Definición de términos utilizados

Cuenca Hidrográfica

La Cuenca Hidrográfica se define como la unidad territorial natural que capta la precipitación, y es por donde transita el escurrimiento hasta un punto de salida en el cauce principal o sea es un área delimitada por una divisoria topográfica denominada parte-agua que drena a un cauce común. (Brooks ,1985 citado por Umaña (2002).

Cuenca fluvial

Área de escurrimiento superficial que desemboca al océano y está delimitado, por el parteaguas. Barahona. (2006). 90 pp. P-3

Subcuenca

Área de escurrimiento que desemboca a un rio principal de la cuenca fluvial. Barahona. (2006). 90 pp. P-3

Microcuenca

Área de escurrimiento superficial que desemboca al río de una subcuenca. Barahona. (2006). 90 pp. P-3.

Manejo de cuencas

la utilización de los recursos naturales dentro de los límites de una área o unidad geográfica denominada cuenca, considerando fundamentalmente la capacidad del uso de la tierra, basada en su configuración geomorfológico y ecológica, interrelacionada a los elementos antrópicos, tomando como recurso integrador el agua y considerando el bienestar humano como objetivo central de ese manejo. Barahona. (2006). 90 pp. P-4.

Mapeo de la cuenca

El mapeo de las diferentes características de una cuenca hidrográfica es un factor muy importante para la toma de decisiones. Los distintos mapas temáticos y su integración permiten definir aspectos como la vocación, capacidad y potencial de las cuencas. Barahona. (2006). 90 pp. P-7.

El papel del Recurso Hídrico en el Manejo de Cuencas

El agua es un elemento integrador para el manejo de cuencas es por eso que adquiere predominancia el concepto de calidad y cantidad además de que el agua mantiene un rol estratégico cuando se habla de Manejo Sostenible o Manejo Integral de Cuencas. Umaña (2002). 26 pp. P-7

Límites de la Cuenca

La delimitación es el proceso a través del cual se definen los límites de la cuenca. Estos se determinan en función de las partes más altas, constituyéndose estas en la línea divisoria denominadas parteaguas. Barahona. (2006). 90 pp. P-6.

Gestión de Cuencas

la utilización de los recursos naturales dentro de los límites de una área o unidad geográfica denominada cuenca, considerando fundamentalmente la capacidad del uso de la tierra, basada en su configuración geomorfológico y ecológica, interrelacionada a los elementos antrópicos, tomando como recurso integrador el agua y considerando el bienestar humano como objetivo central de ese manejo. Barahona. (2006). 90 pp. P-4.

Delimitación participativa

La delimitación participativa constituye una modalidad de registrar en forma gráfica y participativa los límites de una unidad en estudio, dando lugar a ubicarlos y

describirlos en el espacio y en el tiempo, así como también documentar las percepciones que los pobladores tienen sobre el estado, su distribución y manejo. Barahona. (2006). 90 pp. P-12.

Manejo de Laderas

El manejo de éstas se realiza con el fin de controlar la erosión, por lo que, se debe minimizar la velocidad del agua o escurrimiento del agua en la superficie del suelo, para esto las prácticas de control deben iniciarse desde las partes más altas de la ladera hacia abajo, nunca en sentido contrario, las principales prácticas de conservación de suelos y aguas son las mecánicas estructurales, agronómicas y forestales. Huillca. (2013). 38 pp. P-25.

Obras de Protección

La construcción de obras de conservación de Laderas, ha estado marcada por procesos relacionados con la eventualidad de fenómenos hidrometeorológicos, bajo los cuales se producen pérdidas, principalmente económicas. Así, y a partir de estos eventos, normalmente se generan demandas sociales de la población o las autoridades locales, con el fin de mitigar las consecuencias de crecidas de ríos con sus correspondientes desbordes, inundaciones y socavación de riberas, movimientos en masa, como aludes y deslizamientos de tierra, cortes de caminos, procesos erosivos con pérdida de la fertilidad de los suelos, generación de cárcavas, derrumbe de viviendas. Por lo que, las obras mecánicas de protección es una alternativa para mitigar tales consecuencias. Huillca. (2013). 38 pp. P-26.

Fenómenos Naturales

Es toda manifestación de la naturaleza. Se refiere a cualquier expresión que adopta la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno. La ocurrencia de un "fenómeno natural" sea ordinario o incluso extraordinario (mucho más en el primer caso) no necesariamente provoca un "desastre natural". Huillca. (2013). 38 pp. P-32.

Desastres Naturales

Es la correlación entre fenómenos naturales peligrosos (como terremotos, huracanes, maremotos, diluvios, etc.) y determinadas condiciones socioeconómicas y físicas

vulnerables (como situación económica precaria, viviendas mal construidas, tipo de suelo inestable, mala ubicación de la vivienda, etc). En otras palabras, se puede decir que hay un alto riesgo de desastre si uno o más fenómenos naturales peligrosos ocurrieran en situaciones vulnerables. Huillca. (2013). 38 pp. P-33.

Riesgo

El riesgo que tiene una comunidad de ser afectada por un desastre se define como el resultado de calcular la acción potencial de una amenaza determinada con las condiciones de vulnerabilidad que esta región presenta. Es decir, el riesgo de un país estará determinado por la magnitud de la amenaza que lo afecte y su vulnerabilidad ante esa amenaza. Huillca. (2013). 38 pp. P-33.

Amenaza

Amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado. La amenaza surge cuando de la posibilidad teórica se pasa a la probabilidad más o menos concreta, de que uno de esos fenómenos de origen natural o humano se produzca en un determinado tiempo y en una determinada región que no esté adaptada para afrontar sin traumatismos ese fenómeno. Huillca. (2013). 38 pp. P-34.

Vulnerabilidad

Por vulnerabilidad se denota la incapacidad de una comunidad para absorber, mediante el autoajuste los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio, que para la comunidad constituye un riesgo. La vulnerabilidad determina la intensidad de los daños que produzca la ocurrencia efectiva del riesgo sobre la comunidad. Huillca. (2013). 38 pp. P-35.

Ordenamiento Territorial

Define que el ordenamiento territorial implica el reconocimiento de un desorden previo de las partes y elementos que integran el territorio, conformado a partir de la acción antrópica sobre el medio. El objeto del ordenamiento es el territorio, que muestra alteraciones entre sus partes y elementos. Dichos elementos pueden diferenciarse entre naturales (relieve, clima, vegetación, ríos, suelos, etc.) y antrópicos (infraestructuras, patrimonio, etc.). Glave. (2012). 168 pp. P-126

Ordenación de Cuenca

Es una política del estado y la sociedad, para conocer, promover, regular y administrar el manejo, preservación y conservación del agua y recursos naturales, sociales, los ecosistemas estratégicos y la consideración de peligros naturales, conjuntamente con la ocupación y el uso de la tierra, la localización de actividades económicas, la organización de la red de centros poblados y de espacios rurales, la cobertura de infraestructuras de servicios, de obras hidráulicas y la red vial, y rasgos de orden cultural y político-institucional; todo ello en procura de alcanzar objetivos del desarrollo integral y sostenible. Ovalles y Méndez. (2008). 241-252 pp. P-244

¿Qué se entiende por desarrollo sostenible?

Define se entiende por desarrollo sostenible al que satisfaga las necesidade4s de las generaciones presentes sin poner en riesgo o sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Umaña (2002). 26 pp. P-8.

Gestión del agua

Proceso sustentado en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, (1) el control y manejo del agua y las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos, por ende su distribución y administración, (2) la regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua, y (3) la preservación y sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y daños a ecosistemas vitales y al medio ambiente. La gestión del agua comprende en su totalidad a la administración gubernamental del agua. Pastor (2016). 56 pp. P-14.

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)

Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque. Pastor (2016). 56 pp. P-16.

Que se entiende por Desarrollo Sostenible

El desarrollo sostenible el que satisfaga las necesidades de las generaciones presentes sin poner en riesgo o sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Umaña (2002). 56 pp. P-8.

Uso sostenible

Es un concepto incluido en la política general de gestión de los recursos naturales renovables y asociado a un desarrollo sostenible que debe permitir el aprovechamiento de los recursos, en este caso del agua, de manera eficiente garantizado su calidad, evitando su degradación con el objeto de no comprometer ni poner en riesgo su disponibilidad futura. (es.slideshare.net).

Sector Hidráulico

Consideran que es aquello que está conformado por un conjunto de infraestructuras hidráulicas, que a su vez estas cumplen la función de captación, derivación, distribución medición, drenaje y se caracteriza por sector hidráulico mayor y menor cada uno con sus respectivos cualidades y funciones importantes. ANA (2011). 56 pp. P-2.

Sector Hidráulico Menor - Clase B

Indica que se distingue por comprender, entre otras, obras de derivación en uno o más puntos de la fuente natural de agua con régimen no permanente. En algunos casos comprende obras de almacenamiento menores a veinte (20) millones de metros cúbicos. ANA (2011). 15 pp. P-6.

Subsector Hidráulico

Subsectores Hidráulicos son aquellos que está comprendida dentro del Sector Hidráulico ya sea mayor o menor y distintas clases, su estudio y delimitación se basa en la existencia de Comisiones de Usuarios que están conformadas por los Comités de Usuarios que han primado en la delimitación de los Subsectores Hidráulicos, ya que se han organizado en base a las tomas laterales que comparten además de formar parte de la Comunidad o anexo a la cual pertenecen. Reglamento de la Ley N° 30157 (2014).

Formalización

El proceso de formalización está dirigido a los usuarios de agua poblacional y agrario debidamente organizados, mediante el otorgamiento de licencias de uso de agua. Los titulares de las licencias de uso de agua que han de otorgarse serán las organizaciones comunales reconocidas por las Municipalidades Provinciales o Distritales, para el caso del agua de uso poblacional, así como de las Comunidades Campesinas y Nativas y las organizaciones de usuarios, ésta última reconocida por la Administración Local de Agua, cuando se trate del uso agrario. ANA (2012). 38 pp. P-6.

Ley de Recursos Hídricos

La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable, tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta. ANA (2009). 37 pp. P-1.

Autorización de Ejecución de Estudio de Disponibilidad Hídrica

Esto comprende la autorización de ejecución de estudio de disponibilidad hídrica superficial o subterránea con o sin perforación de pozo exploratorio según se requiera. ANA (2015)

Acreditación de Disponibilidad Hídrica

Esto comprende disponibilidad hídrica del estudio de aprovechamiento hídrico, es aprobado mediante acto resolutivo acreditando la disponibilidad hídrica, emitiendo una opinión técnica favorable a la disponibilidad hídrica contenida en el instrumento de gestión ambiental (IGA). ANA (2015)

Autorización de ejecución de obras de aprovechamiento hídrico

Esto comprende la ejecución de obras de aprovechamiento hídrico superficial o subterraneo, de proyectos pequeños menores ha 500 ha, menores 2000 habitantes y proyectos grandes mayores a 500 ha, mayores a dos mil (2000) habitantes. ANA (2015)

Licencia de Uso de Agua

El otorgamiento de licencia de uso de agua se otorga previa verificación técnica de campo, en la cual la ALA certifique la conclusión de la ejecución de obras de aprovechamiento hídrico. ANA (2015)

Organización de Usuarios

Las formas de organización de los usuarios que comparten una fuente superficial o subterránea y un sistema hidráulico común son comités, comisiones y juntas de usuarios. Ley N° 29338 (2009).

Los Comités de Usuarios

El comité de usuarios de agua constituye el nivel básico de las organizaciones de usuarios de agua y se conforma por usuarios de agua organizados sobre la base de estructuras de conducción o distribución. Ley N°30157 (2015)

Las Comisiones de Usuarios

Las Comisiones de Usuarios son organizaciones de usuarios de agua de nivel intermedio conformado sobre la base de un subsector hidráulico y comprende a todos los usuarios de agua del mismo. Integra la junta de usuarios para coadyuvar en el desarrollo de sus funciones. Ley N°30157 (2015)

Las Juntas de Usuarios

Las juntas de usuarios son las organizaciones de usuarios de agua de mayor nivel.

Son personas jurídicas conformadas por usuarios de agua organizados en comisiones y comités de usuarios, sobre la base de un sector hidráulico común. ANA (2015)

Gestión de la Formalidad

Indica que la informalidad hídrica, viene contribuyendo a la crisis en el manejo del agua desde que, el derecho de aprovechamiento de los formales se ve restringido, se observa que cada año un sector de agricultores asentados en áreas marginales del proyecto, usan el agua utilizando medios perjudiciales e ilegales para la conservación de la infraestructura hidráulica, lo que causa su deterioro y pone en peligro el afianzamiento del sistema. Castillo (2007).

Asignaciones de agua de riego en bloque

Asignación de agua, consiste en imputar a una determinada unidad de demanda (bloque), hasta un cierto volumen anual con una distribución mensual de hasta ciertos volúmenes de agua procedentes de determinados orígenes. Apaclla (2008)

Conformación de Bloques de Asignación y Red de Riego

La conformación preliminar de los bloques, implícitos en la definición, y en base a la integración de un conjunto de predios agrícolas. Apaclla (2008)

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los (SIG) son sistemas de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modelamiento y graficación de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planeación y administración. En otras palabras el SIG es un sistema de computador capaz de mantener y usar datos con localizaciones exactas en una superficie terrestre. Carmona y Monsalve (1997).

Formato raster

El formato raster se obtiene cuando se "digitaliza" un mapa o una fotografía o cuando se obtienen imágenes digitales capturadas por satélites. En ambos casos se obtiene un archivo digital de esa información.

Formato vectorial

La información gráfica en este tipo de formatos se representa internamente por medio de segmentos orientados de rectas o vectores. De este modo un mapa queda reducido a una serie de pares ordenados de coordenadas, utilizados para representar puntos, líneas y superficies.

Software ArcGis versión 10.3

ArcGis es el software de Sistema de Información Geográfico con sus siglas en inglés SIG, más completo del Environmental Systems Researh Institute (ESRI) que sirve para visualizar, crear, manipular y analizar datos geográficos, con distintas funciones y aplicaciones como ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox y que dan una solución completa para comprender y describir la estructura del software desplegando datos espaciales, consultando bases de datos, editando, asociando y relacionando para producir mapas, reportes y gráficas

CAPITULO II

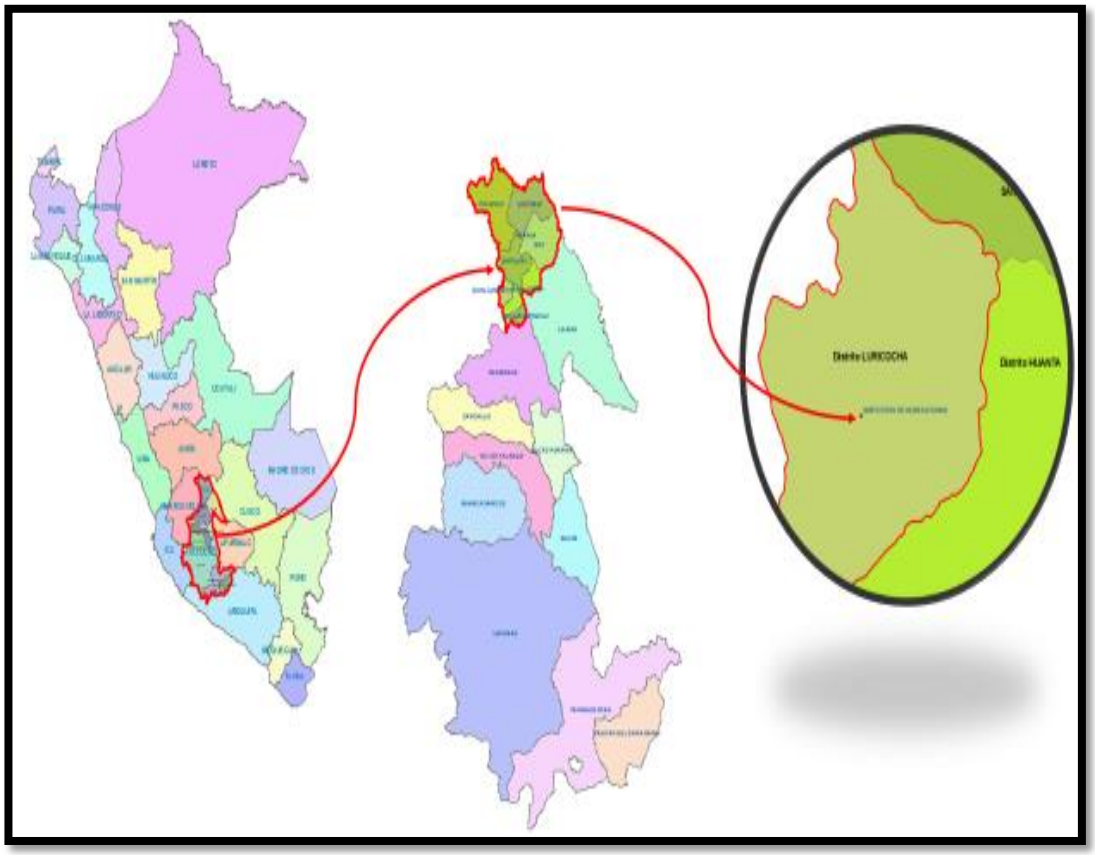
METODOLOGIA

2.1. Ubicación del Área de Estudio

2.1.1. Ubicación Política

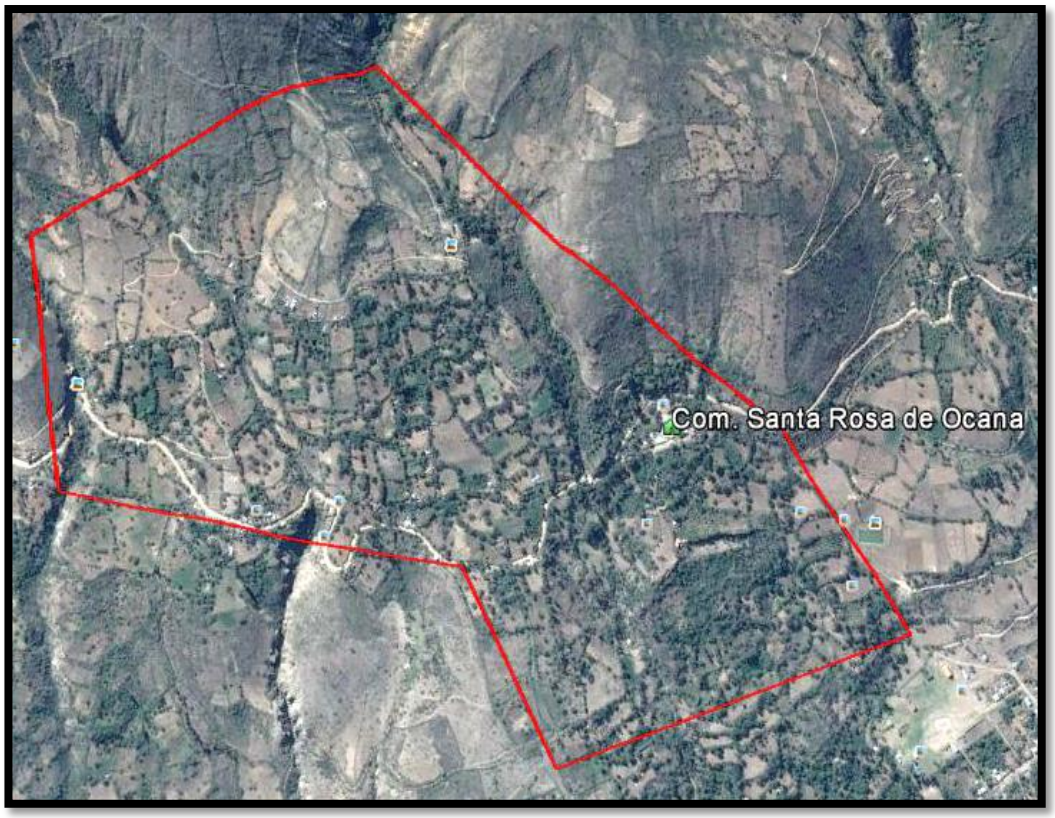
Departamento	:	Ayacucho
Provincia	:	Huanta
Distrito	:	Luricocha
Lugar	:	Comunidad Campesina Santa Rosa de Ocana

Figura 2.1. Ubicación Política de la zona del proyecto.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 2.2. Vista Satelital de la zona del Proyecto (Com. Santa Rosa de Ocana).



Fuente: Elaboración propia, 2017

2.1.2. Ubicación Geográfica Coordenadas UTM Datum WGS`84

Figura 2.3. Indican las coordenadas más exteriores del bloque "Santa Rosa de Ocana" en sistema UTM Datum WGS84.

Este	Norte
578744	**8577712**
577134	**8576451**
575682	**8576918**
577348	**8578173**

Longitud Oeste	:	74°16'53''
Longitud Sur	:	12°52'20''
Altitud	:	2680 m.s.n.m.

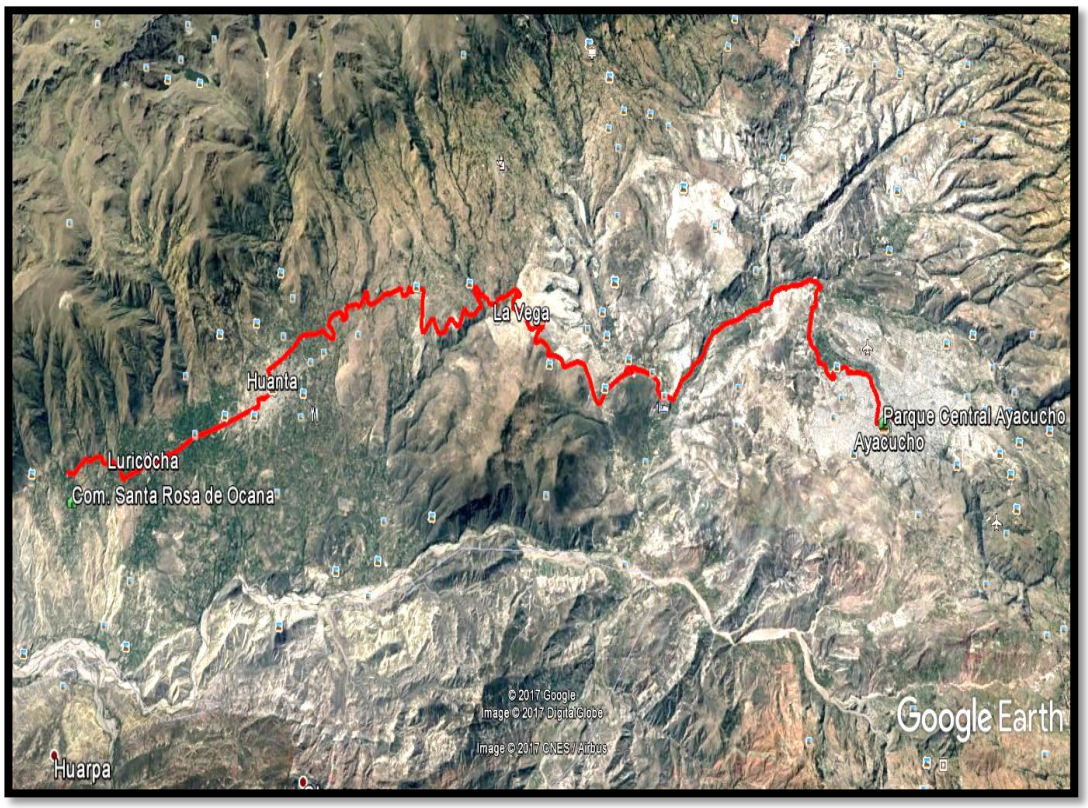
2.1.3 Vías de Acceso

Figura 2.4. Indican las vías de acceso para llegar al bloque “Santa Rosa de Ocana”

Tramo	Distancia	Tipo de vía
• Plaza Principal Huamanga – Terminal Norte (salida hacia Huanta).	1.96 km.	Asfaltada
• Terminal Norte (salida hacia Huanta) – Huanta.	45.27 km	Asfaltada
• Huanta – blq Santa Rosa de Ocana.	10.80 km	Afirmada
DISTANCIA TOTAL	**58.03 km.**	

Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 2.5. Vía de acceso hacia la zona del proyecto (Google Eahrt).



Fuente: Elaboración propia, 2017

2.2. Materiales y Equipos

2.2.1 Materiales

Los materiales a utilizarse son los siguientes:

- Un plano catastral de la zona
- Fotografías aéreas, obtenidas del Google Earth.
- Una Wincha de 50m.
- Un flexómetro.
- Una libreta de campo.
- Un millar de papel bond A4.
- 04 unidades de plumón acrílico.

2.2.2 Equipos

Se tienen los siguientes equipos:

- Un GPS de alta precisión.
- Una cámara fotográfica digital.
- Una computadora (programas de cómputo).
- Una impresora.
- Plotter
- Una calculadora científica.

2.3. Secuencia Metodológica de la Investigación

El trabajo fue desarrollado en dos (02) etapas etapa preliminar y etapa desarrollo de los problemas específicos y objetivos de la tesis; (01) etapa preliminar consta de tres (03) ítem: a) Convocatoria de los dirigentes y comuneros, b) Diagnóstico situacional de la zona, c) Caracterización del paisaje, (02) etapa del desarrollo de la tesis consta de tres (03) objetivos específicos: 1) Ordenamiento de cuencas, para esta actividad se ha tomado en cuenta la cuenca Razuhuillca-Huanta, a) Recolección de información, b) Análisis de Información, c) Delimitación de las cuencas, d) Caracterización morfomètrica de las cuencas, e) Análisis Hidrometeorològico, f) Análisis Geoestadísticos, g) Análisis ecológico, h) planteamiento del diseño de las estructuras propuestas, 2) Determinación del ámbito del sector y subsector hidráulico (cuencas)

y sus componentes del sistemas así como las estructuras hidráulicas naturales y artificiales existentes en las cuencas. Procesamiento de datos por medio de las herramientas de gestión el S.I.G, con el programa ArcGis 10.3, elaboración de planos y mapas temáticos, de la identificación de la infraestructura hidráulica en las cuencas de la provincia de Huanta, Sector Hidráulico Menor Huanta Clase B, Subsectores Hidráulicos , Comisiones de Usuarios, Comités de Usuarios de Agua, 3) implementación de las herramientas de gestión para la formalización de derecho de uso de agua por vías de formalización R.J 484-2012-ANA, mediante la conformación de bloque de riego Santa Rosa de Ocana, Procesamiento de datos por medio de las herramientas de gestión el S.I.G, con el programa ArcGis 10.3, elaboración de planos y mapas temáticos, Conformación Bloque de riego Santa Rosa de Ocana.

Se utilizó un método descriptivo, a partir de la recopilación de datos de la información secundaria y un método explicativo en la recopilación y análisis de la información obtenidos de los métodos participativos.

2.4. Trabajos preliminares para el desarrollo de la tesis

2.4.1. Convocatoria de los dirigentes y comuneros

La convocatoria se llevó a cabo por medio de información escrita, mediante oficios múltiples a los dirigentes y autoridades de las organizaciones de agua existentes en la zona del estudio, esto se realizó con el apoyo de la oficina de Administración Local del Agua Ayacucho (ALA-Ayacucho), en un plazo de 15 días de anticipación, para tratar asuntos de su participación en el ordenamiento de cuencas y delimitación del Sector Hidráulico Menor (SHM) y Subsectores Hidráulicos (SSH), Comisión y Comité de Usuarios de Agua (CUA) en la provincia de Huanta.

2.4.2. Diagnóstico situacional de la zona en estudio

Población: La ubicación exacta de la Comunidad Campesina Santa Rosa de Ocana se encuentra en la parte alta del distrito de Luricocha y se describe a continuación:

- Provincia de Huanta, una región con 63,547 habitantes entre varón y mujer de los cuales se tiene que 55% son mujeres y el resto varones. Los ingresos económicos

para los pobladores son principalmente de la agricultura, en menor escala a los servicios y crianza de animales menores. (INEI 1994)

- Distrito de Luricocha, un distrito que cuenta con 4745 habitantes entre varones (2800) y mujeres (2982). Los ingresos económicos para los pobladores son principalmente de la agricultura, servicio no personal (comercio) y crianza de animales menores. (Censo INEI 2005)
- Santa Rosa de Ocana, Comunidad Campesina con 640 habitantes, 70 viviendas, 72 familias entre. Los ingresos económicos para los pobladores son principalmente de la agricultura y los servicios en menor escala. (Auro Palomino Barboza, DNI 28587093. Presidente de la Comunidad Campesina Santa Rosa de Ocana)

Educación: la comunidad campesina Santa Rosa de Ocana cuenta con un aproximado de 28 alumnos de nivel inicial, 63 estudiantes de nivel primario, todos los estudiantes del nivel secundario asisten al colegio José Feliz Iguaìn, del distrito de Luricocha que cuenta con 354 alumnos (DREA).

Salud: La comunidad campesina Santa Rosa de Ocana acude al centro de salud de Luricocha. Generalmente los que tienen problemas de salud son los niños y ancianos padeciendo principalmente de Tos, Gripe, dolor de estómago, infecciones, en casos de emergencia grave los centros de salud derivan hacia el Hospital Provincial de Huanta.

Medios de comunicación: La comunidad campesina no tienen ningún problema de comunicación ya que cuentan con transporte interurbano que los enlaza con la ciudad de Luricocha y Huanta y la gran mayoría cuenta con teléfono móvil que les permite la comunicación con sus familias en tiempo real.

Capacidad Instalada: la comunidad campesina cuenta con sistema de riego por gravedad, por medio de canales revestidos, 02 reservorios revestidos con geo membrana, 01 infraestructura moderna para un centro educativo nivel inicial, 01 infraestructura para centro educativo nivel primaria.

2.4.3. Caracterización paisajística del lugar en estudio

Clima: El clima es templado seco, presenta temperaturas que oscilan entre los 10ºC y 26°C. Las precipitaciones varían desde 550 mm hasta 593 mm por año, con una distribución irregular, iniciando el período lluvioso en el mes de diciembre y concluyendo en marzo.

Altitudes: La zona del proyecto se encuentra entre las altitudes de 2680 – 3295 msnm. Esta altitud se debe a las curvas de nivel en donde se encuentra la población.

Hidrología: En la zona se encuentra una quebrada, la quebrada Riachuelo Ocana es un afluente del río Cachimayu. El caudal promedio que presenta este cauce es de 0.12 m^3/seg.,

Pendientes: Las pendientes son muy diversas y es debido a la topografía presentada por la zona del proyecto; en la parte alta, las pendientes presentadas son de 10 % – 15% y de este cerro hacia abajo presenta una pendiente que varía de 40% – 60% por lo que estas zonas necesitan un tratamiento especial.

Fisiografía, Relieve y Drenaje: En la zona del proyecto predominan las laderas, con algunas depresiones o llanuras que abarca desde (Macachacra, Huanta, Luricocha). El relieve representa terrenos con pendientes suaves en las partes bajas y con altitudes que varían desde 2200 msnm hasta los 2700 msnm, también está representada por valles fluviales, están representadas por las partes bajas, menos de 3900 msnm, se caracteriza por su típica sección transversal en V, y su ancho y profundidad están relacionados con la consistencia del material que atraviesa.

La red de drenaje la conforman las quebradas de Riachuelo Ocana, que vierten hacia el Río Cachimayu toda el agua del sistema de drenaje constituido por las Quebradas, estas quebradas no son de caudal permanente, en tiempos de sequía el caudal es cero.

Geología: Las unidades estratigráficas que afloran en la zona, están comprendidas entre el paleozoico y el cuaternario reciente. De la más antigua a la más reciente son como: miembro inferior (1) que descansa sobre la formación Huanta, litológicamente compuesta por arenisca arcosica de grano grueso a medio con estratificación cruzada bien marcada y tobas blancas de composición dactica, las tobas son de grano grueso a

fino de poca cohesión y con buenas proporción de biotita; **Miembro Ayacucho (2) e**ste miembro se caracteriza por ser una toba masiva de color rosado, la cual ocupa gran parte de la cuenca de Ayacucho. La toba tiene una composición que varía de riolítica a dacítica y textura porfirítica con grandes fenocristales de feldespatos, especialmente plagioclasa que llegan a los 5m.m. de diámetro en una matriz de grano grueso constituida por vidrio volcánico, cuarzo y feldespatos; **Miembro Ayacucho (3)** Está constituido por una serie compuesta de areniscas y lodolitas de naturaleza tobácea, que descansa sobre las tobas masivas del miembro Ayacucho 2, aflora en el sector sur de Ayacucho, en los alrededores de Carmen Alto, donde constituyen una secuencia de areniscas notablemente compactas. Las areniscas Carmen Alto, .por su gran compactación, merecen especial atención, ya que son utilizadas como material de construcción en diversas edificaciones de la ciudad de Ayacucho; **Depósitos Coluviales** Se trata de sedimentos que generalmente se ubican en las partes bajas de laderas de alta pendiente. Están compuestos por material inconsolidado o débilmente consolidado, con bloques angulosos de diferente tamaño en una matriz arenosa limosa, acumulados principalmente por acción de la gravedad; **Depósitos Aluviales,** Están constituidos por arenas y gravas de poco transporte, con clastos subangulosos de tamaño mediano, de naturaleza mayormente volcánica y con grosores estimados entre 20 a 30 metros. Estos depósitos constituyen los últimos transportes de materiales de una edad reciente, por tanto tienen poca cohesión y litificación y sin material cementante. Se hallan en el fondo del río Alameda y en las quebradas adyacentes que cruzan la ciudad de Ayacucho.

Uso de la tierra y sistemas de producción: El uso de la tierra en su mayoría es con fines agrícolas (productivos), un aspecto importante que hay que recalcar de los productores de su condición jurídica es que el 98% son personas naturales que manejan solo el 29% de la tierra; y el 0.5% son comunidades campesinas, que poseen el 70% de las tierras, según se puede ver en (figura 2.6).

Figura 2.6. Condición y tamaño de la tierra

Tamaño de las Unidades Agropecuarias	Productores				Superficie			
	Total	Persona Natural	Sociedad de Hecho	Comunidad Campesina	Total	Persona Natural	Sociedad de Hecho	Comunidad Campesina
Menores de 0.5 ha	1 627.00	1 601.00	25.00	1.00	354.45	348.98	5.22	0.25
De 0.5 a 0.9 ha	1 319.00	1 295.00	23.00	1.00	828.77	813.68	14.59	0.50
De 1.0 a 1.9 ha	971.00	948.00	22.00	1.00	1 198.92	1 168.85	29.07	1.00
De 2.0 a 2.9 ha	302.00	297.00	5.00	0.00	673.02	661.52	11.50	0.00
De 3.0 a 3.9 ha	183.00	181.00	2.00	0.00	588.93	582.33	6.60	0.00
De 4.0 a 4.9 ha	96.00	95.00	1.00	0.00	400.88	396.88	4.00	0.00
De 5.0 a 9.9 ha	131.00	131.00	0.00	0.00	840.14	840.14	0.00	0.00
De 10.0 a 14.9 ha	29.00	27.00	1.00	1.00	341.22	315.22	13.50	12.50
De 15.0 a 19.9 ha	14.00	13.00	1.00	0.00	232.41	216.41	16.00	0.00
De 20.0 a 24.9 ha	6.00	5.00	0.00	1.00	121.65	101.65	0.00	20.00
De 25.0 a 50.0 ha	9.00	7.00	1.00	1.00	295.88	223.88	35.00	37.00
De 50.0 a 100.0 ha	8.00	6.00	0.00	2.00	601.16	431.31	0.00	169.85
De 100.0 a 499.9 ha	6.00	0.00	0.00	6.00	1 644.88	0.00	0.00	1 644.88
De 500.0 a más	10.00	1.00	0.00	9.00	16 098.55	1 000.00	0.00	15 098.55
Total	**4 711.00**	**4 607.00**	**81.00**	**23.00**	**24 220.86**	**7 100.85**	**135.48**	**16 984.53**

Fuente: CENAGRO (1994).

De la misma manera que la condición jurídica de los productores, se destaca el régimen de tenencia de tierras un 78,42%, de las unidades agropecuarias con 94,32%, de la tierra, cuya propiedad se encuentra con título registrado: por otro lado cabe destacar que solo el 1,75%, de las tierras se encuentran sin tramite de titulación y solo se encuentra en posesión del 10,47%, de la unidades agropecuarias, según se muestra en el siguiente (figura 2.7).

Figura 2.7. Régimen de tenencia de tierras.

Régimen de tenencia de la tierra

Regimen de Tenencia	Número de Unidades Agropecuarias		Superficie	
	Nro.	%	ha	%
Total de Parcelas	**7 476.00**	**100.00**	**24 220.96**	**100.00**
En propiedad	**5 863.00**	**78.42**	**22 844.17**	**94.32**
Con titulo registrado	3 329.00	56.78	8 570.54	37.52
Con titulo no registrado	1 402.00	23.91	5 279.59	23.11
En trámite de titulación	518.00	8.84	8 594.08	37.62
Sin trámite de titulación	614.00	10.47	399.96	1.75
En arrendamiento	**198.00**	**2.65**	**140.17**	**0.58**
Comunal	**1 376.00**	**18.41**	**1 202.95**	**4.97**
Otro	**39.00**	**0.52**	**33.67**	**0.14**

Fuente: CENAGRO (1994).

La superficie agrícola del ámbito del proyecto, que se muestra a continuación cuadro, según el Censo Nacional Agrario de 1994, indican la unidades agropecuarias con superficie agrícola se extiende una superficie de 4 917 ha; de las cuales, el 36% del área se destina a cultivos transitorios, mientras que, los cultivos permanentes solo representan el 5%. Por su parte, la superficie no agrícola alcanza una superficie de 19303ha. Así mismo, se puede notar que del total de la superficie agrícola, solo se encuentran bajo riego 3 259 ha (66%); mientras que la superficie agrícola en secano alcanza la extensión de 1 658 ha (34%) según (figura 2.8).

Figura 2.8. Uso actual de la tierra

Concepto	Total		Bajo riego		En Secano	
	Unidades Agropecuarias		Unidades Agropecuarias		Unidades Agropecuarias	
	Número	ha	Número	ha	Número	ha
Total	**9 057.00**	**24 220.85**	**7 000.00**	**5 244.72**	**2 271.00**	**3 527.31**
Unidades Agropecuarias con superficie agrícola	**5 867.00**	**4 917.86**	**4 392.00**	**3 259.71**	**1 475.00**	**1 658.18**
Tierras de Labranza	4 799.00	4 507.43	3 493.00	2 943.87	1 306.00	1 563.56
Con cultivos transitorios	2 907.00	1 793.79	1 883.00	1 255.83	1 024.00	537.96
En barbecho	2 519.00	1 495.80	2 100.00	1 213.26	419.00	282.54
En descanso	959.00	730.39	372.00	278.21	587.00	452.18
Tierras agrícolas no trabajadas	713.00	487.57	243.00	196.65	470.00	290.92
Con cultivos permanentes	769.00	253.98	753.00	247.93	16.00	6.05
Propiamente dichos	312.00	108.24	306.00	105.06	6.00	3.18
Pastos cultivados	537.00	142.04	527.00	139.18	10.00	2.86
Cultivos forestales	5.00	3.68	5.00	3.68	0.00	0.00
Cultivos Asociados	299.00	156.53	146.00	67.94	153.00	88.59
Unidades Agropecuarias con superficie no agrícola	**3 190.00**	**19 303.00**	**2 608.00**	**1 984.98**	**796.00**	**1 869.11**

Fuente: CENAGRO 1994.

La producción agrícola. Si bien es cierto en el ámbito del proyecto existen 4 900 ha de superficie agrícola esto incluye todo el distrito de Luricoha, la cedula de cultivo en la situación actual ha sido elaborado en función de las intenciones de siembra analizados a nivel distrital, las cuales han sido adaptados al área beneficiada por el proyecto, resultado como cedula de cultivo actual siguiente.

En el siguiente cuadro se puede observar que los productos con mayor relevancia son el palto, el maíz y la lúcuma. En la comunidad Santa Rosa de Ocana y a nivel distrito

de Luricocha la producción en su mayoría frutícola debido a que presenta un microclima que permite el desarrollo de dichos cultivos (ver figura 2.9).

Figura 2.9. Cedula de Cultivo en la situación actual en la Comunidad Santa Rosa de Ocana.

descripción	Primera Campaña (ha)	Segunda Campaña (ha)	Total (ha)
Cultivos de Bajo Riego	90,00	0.00	90,00
Palto	77.01	0.00	77.01
Papa	8.76	0.00	8.76
Tara	2.23	0.00	2.23
Alfa	0.8	0.00	0.8
tuna	0.25	0.00	0.25
maíz amiláceo	0.47	0.00	0.47
Trigo	0.25	0.00	0.25
Lúcuma	0.5	0.00	0.5
Chirimoya	0.23	0.00	0.23
Cultivo en secano	**173.54**	**0.00**	**173.54**
Tuna	4	0.00	4
Alfalfa	2	0.00	2
Maíz Amiláceo	5	0.00	5
Maíz Choclo	6	0.00	6
Trigo	8	0.00	8
En descanso	148,54	0.00	148,54
Total	**263.54**	**0.00**	**263.54**

Fuente: Agencia Agraria Huanta. Elaboración Propia (2017).

La Proción pecuaria según CENAGRO de 1994 elaborado por INEI, la población de ganado vacuno ascendía a 7 008 cabezas, donde predominaban las vacas (3 682) y los toros (1 563). Por otro lado la población de auquénidos ascendía a 417, presentando una menor proporción la presencia de llamas.

Con respecto a equinos, estos en su mayoría son burros y mulas, aunque también presencia de caballos.
En relación a la crianza de animales menores a nivel doméstico, que presenta un población de 2744 conejos y de 12 549 cuyes. Lo mismo ocurre con apicultura que cuenta con 196 colmenas instaladas y en producción.

Zonas de vida: De acuerdo a la clasificación climática de Holdridge se define como la zona de vida "Bosque Seco" entre "Premontano" y "Montano bajo". Además, según la clasificación de Pulgar Vidal está en la región Quechua. Presenta altitudes que está sobre los 3200 msnm que descienden bruscamente sobre los 2800 msnm, con una clima predominantemente templado seco.

Ecosistemas vegetales: En este ecosistema las chamanas, molles, cabuyas, pencas y otros arbustos de pastizal constituyen la vegetación dominante. Aunque en la actualidad el hombre ha podido introducir a los eucaliptos como forestación del lugar. Este ambiente es muy apropiado para programas de reforestación con árboles nativos como el molle, la cabuya y la penca. El pastoreo por el ganado vacuno y ovino en la parte más alta de la zona ha ejercido, en muchas áreas, una presión mucho más intensa lo cual conlleva al sobrepastoreo y la erosión, cambiando la composición de especies en las comunidades vegetales ya que algunas especies son más susceptibles al pastoreo que otras. **Flora y fauna:** La flora y la fauna representan los componentes vivos o *bióticos* de la naturaleza, los cuales, unidos a los componentes no vivos o *abióticos*, como el suelo, el agua, el aire, etc., conforman el medio natural.

La flora existente en el ámbito del proyecto son los arbustos generalmente y otras como el Aliso, Guarango, Tuna, Tara, Maguey, la cabuya y otros arbustos. La presencia de estos vegetales en las temporadas de lluvia es más vistosa y el paisaje es hermoso.

La fauna, por su parte los mamíferos silvestres más representativos de Huanta son: el venado, vizcacha, zorro andino y el conejo silvestre, por otro lado en las aves generalmente representan el águila, cernícalo, y los zorzalinos, como también a los roedores (ratón), los reptiles (culebra, lagartija).

2.5. ¿De qué manera influye la falta de Ordenamiento de cuencas en la gestión de la formalidad en los Recursos Hídricos en la comunidad Santa Rosa de Ocana?

El problema principal es la falta de ordenamiento de cuencas, para ello se determinara los siguientes parámetros indispensables de la cuenca hidrográfica Razuhuillca, tomando como modelo de ordenamiento esta misma cuenca por ser la más importante de la zona es donde se realiza el presente trabajo de tesis:

2.5.1. Ordenamiento de Cuencas

Para esta actividad se ha tomado en cuenta la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta, como cuenca modelo o vitrina por la importancia que posee en la provincia, pero también se estudió la micro cuenca Santa Rosa de Ocana-Luricocha, estos mismos pasos se aplicara en las demás cuencas existentes.

2.5.1.1. Recolección de Información

- Fotografías satelitales proporcionadas por el aplicativo Google Earth.

- Precipitaciones máximas para duración de 24 horas. Esta información fueron suministradas por Municipalidad Provincial de Huanta, Autoridad Nacional del Agua (ANA) portal web: *www*.snirh.ana.gob.pe., entidades públicas que adquirió los registros de precipitaciones, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

- Registros históricos de precipitaciones y variación climatológica. Estación Meteorológica Huanta.

- Registros históricos de Precipitaciones, Temperatura y Evapotranspiración del mundo, obtenidas de la página web: *www.worldclim.org.*

- Cartas nacionales Mapa de Zonas de Vida elaborado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (INRENA**),** Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), Ministerio del Ambiente (MINAM) en formato Shapefile (SHP), de la página web:

http://www.geogpsperu.com/2015/10/mapa-de-zonas-de-vida-onern-online.html.

- Cartas nacionales Mapa de Curvas de Nivel, Mapa de Ríos elaborado por Ministerio de educación del Perú (MINEDU) en formato Shapefile (SHP), de la página web: ttp://sigmed.minedu.gob.pe/descargas/

- Información encontrada en las diferentes fuentes de información tales como Libros y páginas web, referenciadas al final del proyecto.

2.5.1.2. Análisis de información

Luego de ser obtenida la información secundaria, se dio inicio a la segunda etapa de la investigación, la cual consistió en un análisis técnico de la situación actual de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta, empezando por una delimitación del área de trabajo, teniendo en cuenta el orden de las corrientes presentes en la cuenca y de la utilización del software ArcGis 10.3, seguida de la interpretación de los resultados para distintos fines convenientes del estudio.

2.5.1.3. Delimitación de la cuenca

Con el fin de realizar correcto ordenamiento de la cuencas hidrográficas de la zona de estudio, se tomó en cuenta una cuenca matriz la más importante de la zona de estudio como es la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta, se ha desarrollado los parámetros geomorfológicos de la cuenca hidrográfica utilizando el programa ArcGis 10.3 de la cuenca según la (figura 3.4), para ello se ha desarrollado los siguientes pasos:

1.- Una vez obtenida la información espacial (*.Shp) curvas de nivel de la grilla 26ñ y 27ñ formato Shape de la página del MED,

2.- Se abre el ArcMap, se añade la capa de curvas de nivel, después se abre la caja herramientas (ArcToolbox) luego la opción (3D Analyst Tools) después se abre la opción (Data Management) se elige la herramienta (TIN) finalmente la opción (Create TIN),

3.- Una vez creado (TIN) se prosigue con la conversión al formato (RASTER), para ello se elige la caja de herramientas (ArcToolbox) luego la opción (3D Analyst Tools) después se abre la opción (Conversión) se elige la herramienta (From TIN) finalmente la opción (TIN to Raster),
4.- Luego de obtenida el formato RASTER, se continua con rellenar la inperfecciones con la herramienta (Fill), para ello se elige herramientas (ArcToolbox) luego la opción (Spatial Analyst Tools) después se abre la opción (Hydrology) se elige la herramienta (Fill),

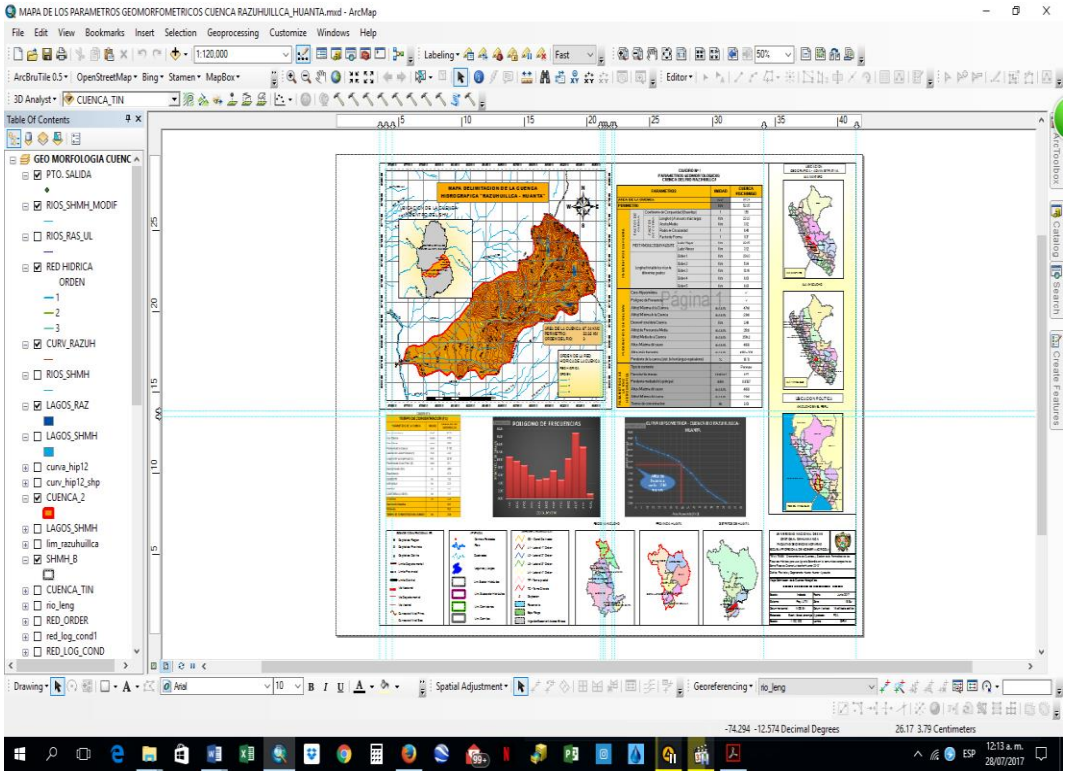
5.- Una vez obtenida (Raster Fill), se definirá la dirección de flujo (Flow Direction), para ello se elige herramientas (ArcToolbox) luego la opción (Spatial Analyst Tools) después se abre la opción (Hydrology) se elige la herramienta (Flow Direction),

6.- Una vez obtenida la dirección de flujo (Dirección), se definirá la acumulación de flujo, para ello se elige herramientas (ArcToolbox) luego la opción (Spatial Analyst Tools) después se abre la opción (Hydrology) se elige la herramienta (Flow Accumulation),

7.- Definida todas estas capas Se prosigue crear un nuevo Shapefile (Create New Shapefile), esta vez será de punto, para definir la salida de flujo de la cuenca hasta donde se delimitara la misma,

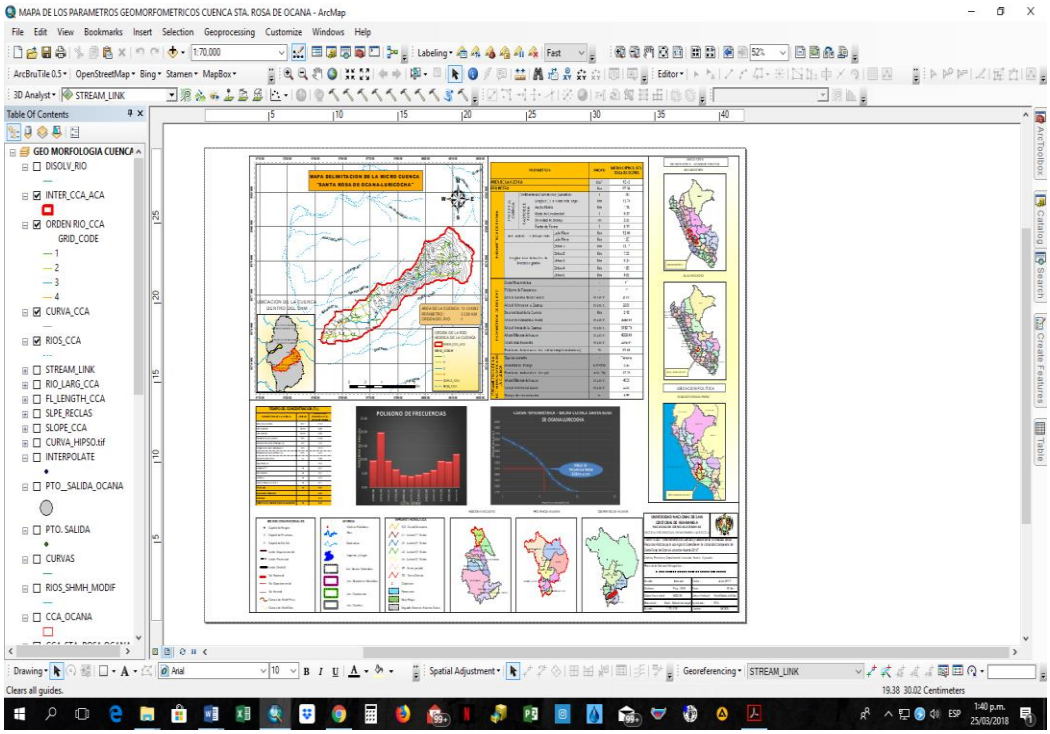
8.- Una vez definida la salida de flujo de la cuenca (punto hasta donde se desea delimitar la cuenca), se elige herramientas (ArcToolbox) luego la opción (Spatial Analyst Tools) después se abre la opción (Hydrology) se elige la herramienta (Watershed), eligiendo Raster de dirección flujo más el Shape de punto, se prosigue a delimitar automáticamente la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta, como también la Micro Cuenca Santa Rosa de Ocana-Luricocha.

Figura 2.10. Delimitación de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.



Fuente: elaboración propia (2017)

Figura 2.11. Delimitación de la micro cuenca Santa Rosa de Ocana-Luricocha.



Fuente: elaboración propia (2017)

2.5.1.4. Caracterización morfométrica de la cuenca

Índice de compacidad

El contorno define la forma y la superficie que abarca la cuenca vertiente. Es evidente que la forma tendrá influencia sobre los escurrimientos y sobre la marcha del Hidrograma resultante de una precipitación dada. El tiempo de concentración también depende de la forma. (Gaspari, 2000)

El Coeficiente de compacidad de Gravelius, es el índice que nos permite relacionar el perímetro de la cuenca con el perímetro de un círculo de área equivalente al de la cuenca, y de esta manera representar esta característica.

$$Kc = P \times (2 \sqrt{\pi A})^{-1}$$

$Kc = 1.58 km x km^{-2}$

Donde:

Kc: Coeficiente de compacidad

P: Perímetro (km)

A: Área (km^2)

El valor de Kc nos indica que estamos en presencia de una cuenca con una forma ovalada-oblonga a rectangular - oblonga, y al relacionarlo con su tiempo de concentración se puede llegar a la conclusión que el agua dentro de la cuenca escurre por cauces secundarios hasta llegar a uno principal donde su tiempo de concentración aumenta considerablemente. Esta forma significa que retarda la acumulación de las aguas al paso del río por su punto de desagüe. Este índice aumenta con la irregularidad de la forma de la cuenca. (Gaspari, 2000; Viramontes, 2008).

Densidad de drenaje

Se llama red hidrográfica al drenaje natural, permanente o temporal, por el que fluyen las aguas de los escurrimientos superficiales. La densidad de drenaje está definida para cada cuenca como la relación entre la suma de las longitudes de todos los cursos de agua que drenan por la cuenca con respecto al área de la misma. (López Cadenas de Llano y Mintegui Aguirre, 1987; López Cadenas de Llano, 1998).

Esta fue establecida por Horton según la siguiente fórmula:

$$Dd = Ln \times A^{-1}$$

$$\boldsymbol{Dd = \frac{49.67km}{87.24km^2}}$$

$$\boldsymbol{Dd = 0.57km}$$

Donde:

Dd: Densidad de drenaje

Ln: Sumatoria de las longitudes de todos los cursos de agua que drenan por la cuenca (km).

A: Área total de la cuenca (km^2)

Se considera que la densidad de drenaje caracteriza cuantitativamente la red hidrográfica de la cuenca, además aclara el grado de relación entre el tipo de red y la clase de material predominante, los cuales permiten el escurrimiento y nos pone de manifiesto que tipo de manejo se debe aplicar sobre esta cuenca, para evitar el deterioro de los cauces. (Gaspari, 2000).

En la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta la densidad de drenaje es muy baja, determinando que por unidad de superficie hay un número insuficiente de elementos de drenaje, es decir por unidad de superficie hay 0.57 km de cursos de agua.

Pendiente media del cauce

La pendiente media del cauce se deduce a partir del desnivel topográfico sobre el cauce principal y la longitud del mismo. (Gaspari, 2000).

En este caso se ha considerado al curso del rio Huanta desde su inicio en la cuenca de recepción (alta montaña) hasta el cierre de la cuenca (llanura), los cuales son aportantes del rio Cachimayu con una longitud total de 22.82 km..

$$J = (H\ máx - H\ mín) \times (1000\ L)^{-1}$$

$$\boldsymbol{J = \frac{(4050 - 2300)}{1000X22.82}}$$

$$\boldsymbol{J = 0.0767m/m}$$

$$\boldsymbol{J = 7.67}\ \%$$

Donde:

Hmáx: Cota máxima sobre el curso de agua (metros)

Hmín: Cota mínima sobre el curso de agua (metros)

L: Longitud del río más largo (km.)

Tiempo de concentración

Tiempo que tarda en llegar una gota de agua de lluvia desde el extremo hidráulicamente más alejado de la cuenca a la sección de salida, calculándose Mediante la siguiente fórmula de Giandiotti (1990):

$$Tc = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{25.3\sqrt{LS_o}}$$

$$\boldsymbol{tc = \frac{4\sqrt{87}.24 + 1.5x22.82}{25.3\sqrt{22}.82 * 0.11}}$$

$$\boldsymbol{tc = 1.786\ hr}$$

$$\boldsymbol{tc = 2\ hr\ (promedio)}$$

Donde:

tc = Tiempo de concentración (h).

S = Área de la cuenca (km2).

L = Longitud del cauce principal (km).

H = Elevación media de la cuenca (km).

S_0= Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente sobre L, en m/m

2.5.1.5. Análisis Hidrometereologico

Con el objetivo de estimar las precipitaciones que se presentan en la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta, se realizó el siguiente procedimiento:

Estaciones seleccionadas.

Esta información fue suministrada por Municipalidad Provincial de Huanta y la Autoridad Nacional del Agua (ANA), entidad pública que adquirieron los registros de precipitaciones, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) ellos nos proporcionó las coordenadas y datos de las precipitaciones en 24 horas, desde el año 1964 hasta el 2003 siendo esta la más antigua corresponde a la estación de Quinua, seguidas de Huanta, Luricocha, San Pedro de Cachi, Lircay, San

Miguel, Wayllapampa y Acobamba estas son las estaciones más cercanas que rodean a la cuenca hidrográfica de Razuhuillca-Huanta, luego estos datos fueron ubicados geográficamente junto con la Cuenca de Razuhuillca-Huanta en el software ArcGis 10.3.

Las estaciones tenidas en cuenta para realizar los polígonos de Thiessen e Isoyetas se presentan en la (Tabla 3.1), con su respectiva ubicación geográfica con el sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator).

Figura 2.12. Ubicación geográfica de las estaciones.

ID	Nombre	X	Y	Elevacion	Precipitacion (Pma)	Temperatura (ºc)	Periodo (años)
1	HUANTA	582766.00	8568424.00	2682.00	391.30	17.40	1967-2010
2	LURICOCHA	583171.00	8582984.00	3790.00	403.43	16.00	1964-1999
3	QUINUA	593002.00	8556993.00	3240.00	710.03	12.60	1964-2010
4	ACOBAMBA	547712.00	8579073.00	3226.00	609.03	11.40	1965-2010
5	LIRCAY	530574.00	8564844.00	3360.00	728.09	12.40	1965-2010
6	WAYLLAPAMPA	584892.00	8554255.00	2470.00	437.42	17.10	1967-2010
7	SAN_PEDRO_DE_CACHI	569476.00	8555558.00	2990.00	504.92	14.30	2004-2010
8	SAN_MIGUEL	501777.00	8560990.00	2720.00	771.50	16.10	1964-1982

Fuente: Elaboración propia, 2017 con datos proporcionados MPH, ANA, de la SENAMHI.

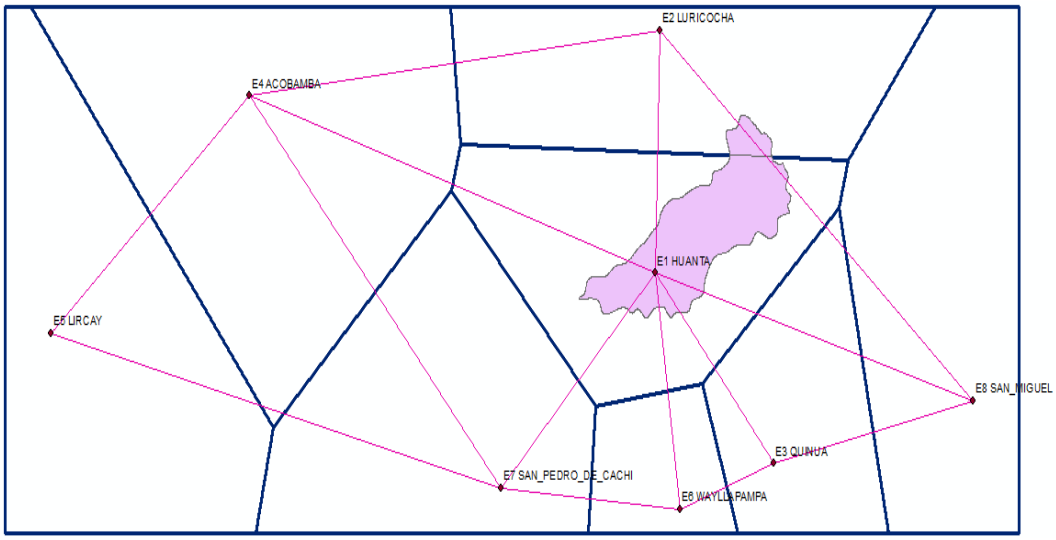
Creación de los Polígonos de Thiessen.

Teniendo en cuenta los registros de precipitaciones media mensual y anual (desde 1964 hasta 2010) y la ubicación geográfica de las estaciones pluviométricas cercanas a la cuenca hidrográfica de Razuhuillca-Huanta, se utilizó el programa ArcGis 10.3 para obtener los polígonos de Thiessen, posteriormente se determinaron las áreas de influencia de cada estación sobre la Cuenca de la siguiente forma:

1.- Una vez abierta el ArcMap, añadimos Shape de estaciones previamente preparadas y configuradas, luego se abre la caja de herramientas (ArcToolbox) y se escoge la caja de herramientas Analys Tools, y se escoge la herramienta Proximity, luego se escoge la opción Create Thiessen Polygon.

Luego vemos como se forman los polígonos sobre la cuenca con la intersección de estas y los segmentos trazados entre estación y estación como lo muestra la (Figura 2.13).

Figura 2.13. Polígono de Thiessen, en programa ArcGis 10.3.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Una vez creado el polígono con la herramienta SIG, obtenemos los datos del área de la cuenca dentro del polígono, para cada estación luego se realizan los cálculos:

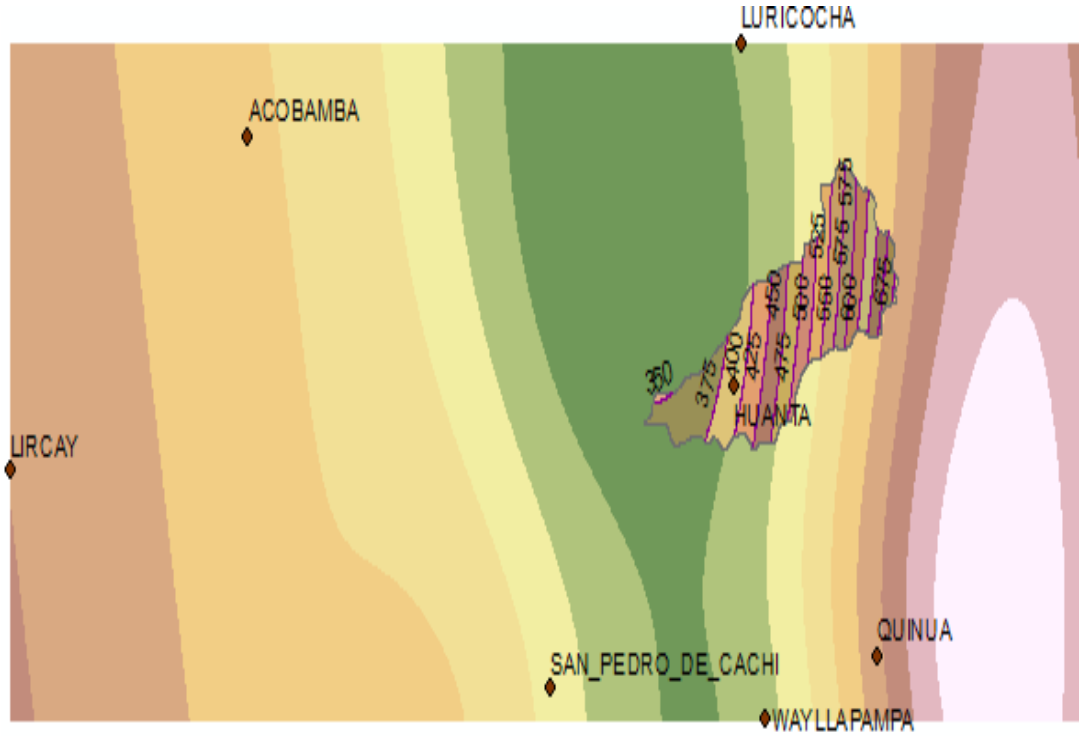
N°	ESTACIONES	PRECIPITACION MEDIA OBSERVADA (mm)	AREA DEL POLIGONO (km²)	Pi*Ai
1	HUANTA	391.30	79.81	31230.41877
2	LURICOCHA	403.43	6.68	2694.254406

Creación de las Isoyetas.

Teniendo en cuenta los registros de precipitaciones media mensual y anual, se utilizó el programa ArcGis 10.3 para obtener los isoyetas a partir de las estaciones cercanas previamente preparadas en formato Shape, Luego se añade al ArcMap el área de influencia la cuenca Razuhuillca en formato Shape, una vez realizado lo anterior se abre la caja de herramientas ArcToolbox y se escoge la caja de herramienta 3D Analyst Tools y se elige la herramienta Raster Interpolation y se escoge la opción Spline, con la cual se obtienen el Raster de precipitación, para luego convertirlo y obtener Isoyetas con la herramienta Raster Surface se escoge la opción Contour.

Luego vemos como se forman las isoyetas como lo muestra la (Figura 2.14).

Figura 2.14. Isoyetas, en programa ArcGis 10.3.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Una vez realizado los pasos anteriores se obtiene el área de la cuenca entre las Isolineas de precipitación como indica la figura siguiente (fig. 2.14):

Figura 2.15. Cálculo de Isoyetas, en programa ArcGis 10.3.

N°	AREA ENTRE ISOYETAS (km²)	ISOYETAS INICIO	ISOYETAS IFIN	PP_MEDIA
1	0.33	350	375	362.50
2	10.98	375	400	387.50
3	9.81	400	425	412.50
4	8.86	425	450	437.50
5	0.26	450	475	462.50
6	8.52	475	500	487.50
7	7.36	500	525	512.50
8	5.98	525	550	537.50
9	2.04	550	575	562.50
10	3.44	575	600	587.50
11	4.29	600	625	612.50
12	6.04	625	650	637.50
13	5.39	650	675	662.50
14	6.35	675	700	687.50
15	6.83	700	725	712.50

Fuente: Elaboración propia, 2017

Precipitación máxima de la cuenca

Figura 2.16. Precipitaciones máximas anuales en 24 horas sobre la cuenca Razuhuillca-Huanta.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Ajuste de los datos de las precipitaciones máximas.

En esta actividad se presentan los ajustes de los datos de las precipitaciones medias en la cuenca Razuhuillca-Huanta, determinadas a través de la interpolación entre las estaciones seleccionadas dentro del proyecto, a las funciones de probabilidad de distribución de Gumbel con las siguientes formulas:

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

$$a = e^{-y}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\alpha = \frac{1.2825}{S_\alpha}$$

$$F_{(x)} = e^{-\alpha}$$

$$y = \alpha(x-\beta)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\beta = \bar{x} - 0.45\, S_\alpha$$

Figura 2.17. Ajuste de datos de precipitación a partir del Método de Gumbel.

m	PERIODO (Años)	PPmax.24hr x = (mm)	ORDEN A – Z	WEIBULL F(x)=m/(n+1)	EXPONENCIAL a	EXPONENCIAL y	PROBABIL f(x)	PROB. ABS |f(x) - F(x)|
1	2000	23.0	20.00	0.083	1.613	-0.478	0.20	0.12
2	2001	29.7	20.50	0.167	1.516	-0.416	0.22	0.05
3	2002	23.8	21.30	0.250	1.372	-0.316	0.25	0.00
4	2003	40.7	22.60	0.333	1.167	-0.154	0.31	0.02
5	2004	28.0	23.00	0.417	1.110	-0.104	0.33	0.09
6	2005	53.6	23.80	0.500	1.004	-0.004	0.37	0.13
7	2006	20.0	28.00	0.583	0.595	0.519	0.55	0.03
8	2007	22.6	29.70	0.667	0.481	0.731	0.62	0.05
9	2008	20.5	29.90	0.750	0.469	0.756	0.63	0.12
10	2009	29.9	40.70	0.833	0.122	2.103	0.89	0.05
11	2010	21.3	53.60	0.917	0.024	3.712	0.98	0.06

n= 11

PROMEDIO	$\overline{X}$	28.464	28.46
DESV. EST.	Sx	10.285	10.28

Δ max =	0.134
Δo =	0.410
Δo>Δ max	OK

$$f(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

$$f(x) = e^{-a}$$

$$a = e^{-y}$$

$$y = \alpha(x - \beta)$$

e =	2.72	EULERIANO
α =	0.12	PARAMETRO
β =	23.84	PARAMETRO

POR METODO DE MOMENTOS:

$$\alpha = \frac{1.2825}{S_x}$$

$$\beta = \overline{X} - 0.45\, S_x$$

Fuente: Elaboración propia, 2017

Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov (KS)

$$D = \sup_{1 \le i \le n} \left| \hat{F}_n(x_i) - F_0(x_i) \right|$$

Donde:

- x_i es el i-ésimo valor observado en la muestra (cuyos valores se han ordenado previamente de menor a mayor).
- $\hat{F}_n(x_i)$ es un estimador de la probabilidad de observar valores menores o iguales que x_i.
- $F_0(x)$ es la probabilidad de observar valores menores o iguales que x_i cuando H_0 es cierta.

Por tanto criterio para la toma de decisiones entre las dos hipótesis será de la forma:

Si $D \le D_\alpha \Rightarrow$ Aceptar H_0
Si $D > D_\alpha \Rightarrow$ Rechazar H_0

A su vez, el valor de D_α depende del tipo de distribución a probar y se encuentra tabulado. En general es de la forma:

$$D_\alpha = \frac{c_\alpha}{k(n)}$$

Donde C_α y k(n) se encuentran en las tablas siguientes:

Tabla 2.1. De valores C_α y k(n).

C_α	α		
Modelo	**0.1**	**0.05**	**0.01**
General	1.224	1.358	1.628
Normal	0.819	0.895	1.035
Exponencial	0.990	1.094	1.308
Weibull n=10	0.760	0.819	0.944
Weibull n=20	0.779	0.843	0.973
Weibull n=50	0.790	0.856	0.988
Weibull n=∞	0.803	0.874	1.007

Fuente Puelles, 2015

Para el presente tesis, se tomara los valores de C_α = 0.895, para distribución Normal.

Figura 2.18. Cuadro de distribución que se contrasta, para este estudio se tomara la distribución Normal.

DISTRIBUCIÓN QUE SE CONTRASTA	$k(n)$
General. Parámetros conocidos.	$k(n) = \sqrt{n} + 0.12 + \frac{0.11}{\sqrt{n}}$
Normal	$k(n) = \sqrt{n} - 0.01 + \frac{0.85}{\sqrt{n}}$
Exponencial	$k(n) = \sqrt{n} + 0.12 + \frac{0.11}{\sqrt{n}}$
Weibull	$k(n) = \sqrt{n}$

Fuente Puelles, 2015

Calculo de la intensidad máxima (I=mm/hr), de la ecuación que relaciona la Intensidad – Duración – Frecuencia.

Con el ajuste de datos realizado anteriormente, se procede a realizar la calibración de la ecuación de intensidad (I), vez halladas se puede determinar la Intensidad de lluvia a partir de la ecuación (I), luego se procede a construir las curvas de Intensidad Duración Frecuencia para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 140, 200,

500, 1000 años, con la cual se determinan los caudales máximos de escorrentía y se realiza el estudio hidrológico de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.

- **Ecuación de intensidad máxima (I=mm/hr), metodología de Dyck Peschke (Puelles, 2015):**

$$P_d = P_{24h}\left(\frac{d}{1440}\right)^{0.25}$$

Donde:

Pd: Precipitación máxima de duración (D), en intervalo de 5<D<1440, minutos (mm)

D: Duración (minutos)

P24h: Precipitación máxima en 24 horas (mm)

- **Ecuación de intensidad máxima, método IILA SENAMHI - UNI:**

$$i_{(T,TR)} = a(T+b)^{c-1}(1+k\log T_R)$$

Fuente: Astonitas, 2014

Para: t < 3 horas

Donde:

i = Intensidad de lluvia (mm/hr)

a= Parámetro de intensidad (mm)

K= Parámetro de frecuencia (adimensional)

b= Parámetro (hora)

c= Parámetro de duración (duración)

T= Duración (hora)

T_R = Tiempo retorno

Los valores de a, b, c, k se obtienen a partir de las tablas del anexo nº 4.0.0, es tos son:

	ITEM		VALOR	UNID
Parámetro intensidad (mm)	a	=	12.10	Adim.
Parámetro (hora) (sierra)	b	=	0.400	hr.
Parámetro duración (adimencional)	n	=	0.242	Adim.
Parámetro frecuencia (adimencional)	k	=	0.553	Adim.

Luego se ajusta la intensidad obtenida por la ecuación de Talbot:

Donde:

$$I_{max} = \frac{a}{b+T}$$

I= Intensidad (mm/hr)

a y b= parámetros adimensionales

T= Duración precipitación (min)

A, b, c=Parámetros ajuste

Para determinar los valores de a, b se aplicara la regresión por aproximaciones según la fórmula de regresión:

$$b_1 = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a_1 = \overline{Y} - b_1 \overline{X}$$

$$a = \frac{1}{b_1}$$

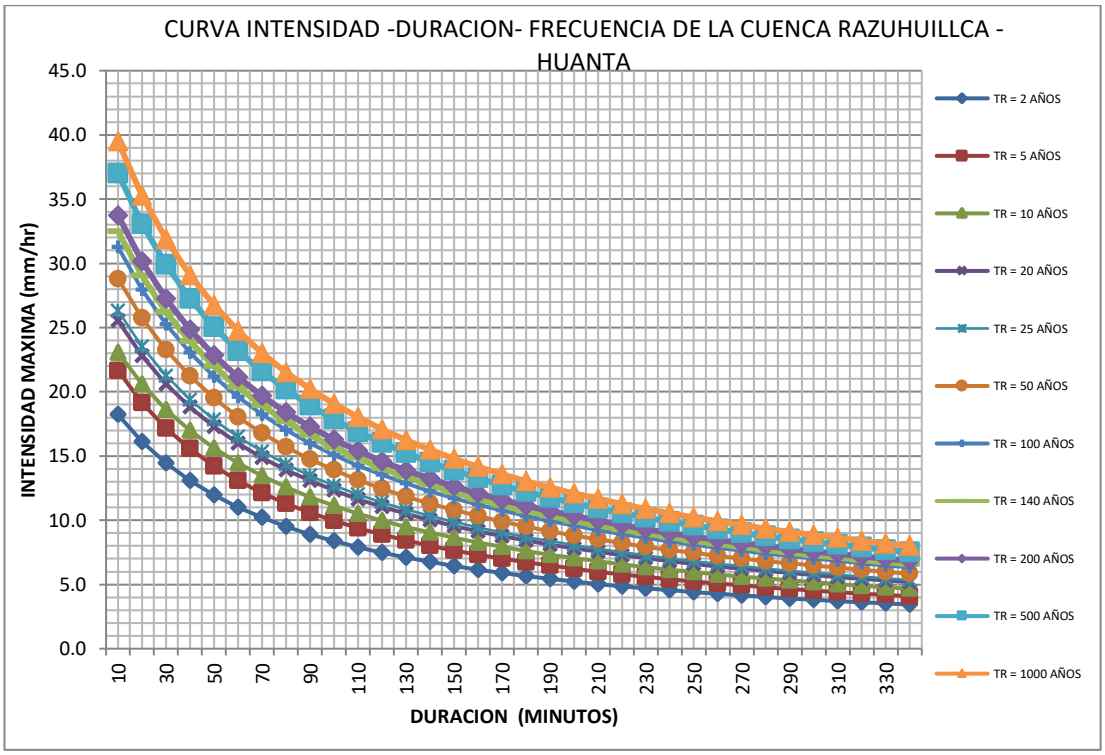
$$b = \frac{a_1}{b_1}$$

Donde:

a1= intersección del eje

b1= pendiente de la recta

Figura 2.19. Curva intensidad duración frecuencia (IDF), de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta



Fuente: Elaboración propia, 2017

Caudal de Diseño

- **Estimación de coeficientes de escorrentía.**

El coeficiente de escorrentía se considera como el porcentaje de agua que escurre en una lluvia determinada. Los valores típicos del coeficiente de escorrentía para una amplia variedad de condiciones son dados en manuales de diseño y otros libros de referencia.

El coeficiente de escorrentía C es la variable del Método Racional es menos susceptible a una precisa determinación y requiere en consecuencia criterio y entendimiento ingenieril. Su uso en la fórmula implica un valor fijo para una superficie determinada. El coeficiente de escorrentía representa los efectos integrados de infiltración, almacenamiento por detención y retención, evaporación, tránsito del flujo e intercepción, los cuales afectan el tiempo de distribución y el valor del escurrimiento.

Frecuentemente es conveniente desarrollar un C compuesto basado en porcentajes de diferentes tipos de superficie en el área de drenaje, que debe calcularse como:

$$C = \frac{\sum CiAi}{\sum Ai}$$

Donde:

Ci = Coeficiente de Escurrimiento para el área Ai.

Ai = Área del sector específico de la cuenca.

Tabla 2.2. Coeficiente de Escorrentía C del Método Racional, en función del tipo de suelo.

Tipo de vegetación	Pendiente (%)	Textura		
		Franco arenosa	Franco arcillolimosa franco limosa	Arcillosa
Forestal	0 - 5	0.10	0.30	0.40
	5 - 10	0.25	0.35	0.50
	10 - 30	0.30	0.50	0.60
Praderas	0 - 5	0.10	0.30	0.40
	5 - 10	0.15	0.35	0.55
	10 - 30	0.20	0.40	0.60
Terrenos cultivados	0 - 5	0.30	0.50	0.60
	5 - 10	0.40	0.60	0.70
	10 - 30	0.50	0.70	0.80

Fuente: Villón (2002).

Tabla 2.3. Coeficiente de Escorrentía C del Método Racional, en función del tipo de suelo.

Topografía y Vegetación	Tipo de Suelo		
	Tierra Arenosa	Limo arcilloso	Arcilla Pesada
Bosques			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Pronunciado	0.30	0.50	0.60
Pradera			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Pronunciado	0.22	0.42	0.60
Terrenos de Cultivo			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Pronunciado	0.52	0.72	0.82

Fuente: Norma OS.060, Drenaje Pluvial Urbano (2009).

Tabla 2.4: Coeficiente de Escorrentía C, para ser usadas por el Método Racional.

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
AREAS URBANAS							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
AREAS NO DESARROLLADAS							
Área de Cultivos							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: Norma OS.060, Drenaje Pluvial Urbano (2006).

Resultados del cálculo:

$$\overline{C} = \frac{C_1 A_1 + \ldots + C_n A_n}{A_1 + \ldots + A_n}$$

Figura 2.20. Calculo de factor “C” ponderado según CUMS.

CUMS	Pendiente (%)	Área (ha)	Periodo retorno 50 años	C	C_n x A_n	“C” Ponderado
Agricultura con cultivos anuales	< 12	2766.63	50	0.51	1410.98	**0.498**
Agricultura con cultivos permanentes	12 - 25	1647.14	50	0.51	840.04	
Pastoreo, ganadería extensiva	25 - 40	2778.87	50	0.49	1361.64	
Agroforesteria	40 - 50	1020.01	50	0.48	489.60	
Silvicultura	50 - 60	345.57	50	0.48	165.87	
Bosque de protección	> 60	90.05	50	0.48	43.22	
		8648.27			4311.35	

Fuente: Elaboración propia (2017)

Calculando el factor “c” ponderado resulta C=0.498, para efectos de cálculo se tomara valor de C= 0.50.

- **Determinación del periodo de retorno**

El periodo de retorno se determinó teniendo en cuenta la importancia de la zona así como la utilización del suelo. Para esto será tenido en cuenta los valores para periodo de retorno establecidos por Arnedo (2016), ver Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Valores del periodo de retorno según tipo de terreno

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores de 1000 ha *	10	25	25
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	25	25	50

Fuente: Arnedo (2016)

El periodo de retorno correspondiente a esta investigación fue de 50 años, debido a las características morfométricas de la cuenca y con el fin de extender la frecuencia de diseño máximo.

Estimación de los caudales máximos

Para la estimación de los caudales máximos generados en la cuenca Razuhuillca-Huanta, se utilizó el software gratuito Hidroesta 2, en el cual se introdujeron las características morfométricas, los Tiempos de Concentración (Tc) de la cuenca; Intensidad máximas en 24hr según periodo de retorno, cociente de escorrentía (C), área de la cuenca. El programa se ajustó para que utilizara los métodos: Racional, Mac math, distribución de Gumbel para el cálculo de los caudales máximos presentados en la cuenca, y adicionalmente arroja el Caudal máximo de desembocadura en este caso en la Cuenca Razuhuillca-Huanta.

1. **Método Racional**

Se usara la siguiente formula:

$$Q_{\max} = \frac{CIA}{3.6} \quad (m^3/s)$$

Donde:

Q: Caudal (m3/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad (mm/h)

Ac: Area de la cuenca

a). Fotografías satelitales proporcionadas por el software Google Earth.

2. Método Hidrograma Unitario

- **Hidrógrama unitario triangular**

Se usara la siguiente formula:

$$S = 25.4\left(\frac{1000}{CN} - 10\right) \quad (mm) \qquad S = \left(\frac{1000}{CN} - 10\right) \quad (pulg)$$

Donde:

Qp: Caudal Pico (m3/s)

Hpe: Altura de precipitación en exceso (mm)

A: Área de la cuenca (km2)

Tp: Tiempo pico (hr)

- **Hidrógrafa unitario adimensional**

Se usara la siguiente formula:

Donde:

Q: Caudal máximo (m3/s)

Qp: Caudal pico (m3/s)

$$Q = \left(\frac{Q}{Q_P}\right) * Q_P$$

2. **Método Mac Math**

Para este cálculo se usó las siguientes formulas:

$$Q = 0.0091 C I A^{4/5} * S^{1/5}$$

Donde:

Q = caudal máximo en m^3/s

C = Factor de escorrentía.

I = Intensidad máxima en mm/hr

A = Área de la cuenca en Ha.

S = Pendiente del cauce principal en ‰

Análisis de precipitación y balance hídrico superficial de la cuenca.

Con los datos obtenidos previamente de precipitación, temperatura y evapotranspiración de la página web: http://www.worldclim.org/, de los años 1970 – 2000, en formato DGC, para luego procesarlo el programa ArcGis 10.3 obteniendo la siguientes mapas como resultado.

- **Mapa de precipitación de la cuenca hidrográfica.**
- **Mapa de temperaturas de la cuenca hidrográfica.**
- **Mapa del balance hídrico de la cuenca.**

  Formulas usados:

Etp = 58.93 x Temperatura biológica en mm

Ojo: el factor (58.93) es factor anual, este caso usaremos para mensual este será: (4.91), La temperatura biológica equivaldrá a temperatura media según (García, 2003)

$$\textbf{Balance Hídrico} = PP\left(\frac{mm}{mes}\right) / ETP\left(\frac{mm}{mes}\right)$$

2.5.1.6. Análisis Geoestadísticos de la cuenca hidrográfica

Para el análisis hidrológico se tuvo en cuenta los siguientes puntos:

Determinación de las características morfológicas de la cuenca

Con la delimitación del área de estudio, se procedió a la caracterización morfométrica de la cuenca hidrográfica Razuhuillca, empleando todos los parámetros descritos en la (tabla nº 2.3) que permitan definir la cuenca y estimar los caudales que se generan en ella. Esto con el objetivo de conocer el comportamiento de la misma y comprender su susceptibilidad a las inundaciones.

Para tener mayor precisión al momento de estimar los caudales aportados por la cuenca Razuhuillca-Huanta, para el desarrollo de la presente investigación, la cuenca fue delimitada según (Figura 2.10 y 2.11), se tomó en cuenta para la delimitación y caracterización para presente trabajo de investigación la importancia y cantidad de

beneficiarios para tomar como cuenca piloto a la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta y un breve análisis de los parámetros de la Micro Cuenca Santa Rosa de Ocana, estos mismos pasos se aplicara en todas las cuencas del SHMH.

En la determinación de estas características fue necesario conocer las longitudes de los cauces, área de la cuenca y pendientes; dicha información fue obtenida usando ciertas funciones del programa ArcGis 10.3.

Figura 2.21. Parámetros geomorfológicos de la cuenca Hidrográfica Razuhuillca-Huanta.

PARAMETROS				UNIDAD	CUENCA RAZUHUILLCA
AREA DE LA CUENCA				Km^2	87.24
PERIMETRO				Km	52.35
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)		1	1.58
		FACTOR DE FORMA	Longitud (// al curso más largo)	Km	22.82
			Ancho Medio	Km	3.82
			Radio de Circularidad	1	0.40
			Densidad de Drenaje	km	0.57
			Factor de Forma	1	0.17
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km	22.25
			Lado Menor	Km	3.92
	Longitud total de los ríos de diferentes grados		Orden 1	Km	29.93
			Orden 2	Km	5.84
			Orden 3	Km	13.90
			Orden 4	Km	0.00
			Orden 5	Km	0.00

PARAMETROS DE RELIEVE	Curva Hipsométrica	-	✓
	Polígono de Frecuencia	-	✓
	Altitud Máxima de la Cuenca	m.s.n.m.	4700
	Altitud Mínima de la Cuenca	m.s.n.m.	2300
	Desnivel total de la Cuenca	Km	2.40
	Altitud de Frecuencia Media	m.s.n.m.	3580
	Altitud Media de la Cuenca	m.s.n.m.	3510.2
	Altura Máxima del cauce	m.s.n.m.	4050
	Altura más frecuente	m.s.n.m.	4100-4300
	Pendiente de la cuenca (sist. del rectángulo equivalente)	%	10.78
PARAMETROS DE LA RED HIDROGRAFICA DE LA CUENCA	Tipo de corriente	-	Perenne
	Densidad de drenaje	Km/Km2	0.57
	Pendiente media del río principal	m/m (%)	7.67
	Altura Máxima del cauce	m.s.n.m.	4050
	Altitud Mínima del cauce	m.s.n.m.	2300
	Tiempo de concentración	Hr.	2.00

Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 2.22. Parámetros geomorfológicos de la Micro cuenca Santa Rosa de Ocana-Luricocha.

PARAMETROS				UNIDAD	MICRO CUENCA STA. ROSA DE OCANA
AREA DE LA CUENCA				Km^2	12.42
PERIMETRO				Km	22.58
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)		1	1.81
		FACTOR DE FORMA	Longitud (// al curso más largo)	Km	10.70
			Ancho Medio	Km	1.16
			Radio de Circularidad	1	0.31
			Densidad de Drenaje	km	2.33
			Factor de Forma	1	0.11

	RECTANGULO EQUIVALENTE	Lado Mayor	Km	10.06
		Lado Menor	Km	1.23
	Longitud total de los ríos de diferentes grados	Orden 1	Km	13.17
		Orden 2	Km	7.59
		Orden 3	Km	6.37
		Orden 4	Km	1.85
		Orden 5	Km	0.00
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.	2200
	Desnivel total de la Cuenca		Km	2.10
	Altitud de Frecuencia Media		m.s.n.m.	3080.88
	Altitud Media de la Cuenca		m.s.n.m.	3192.70
	Altura Máxima del cauce		m.s.n.m.	4050.00
	Altura más frecuente		m.s.n.m.	2375.04
	Pendiente de la cuenca (sist. del rectángulo equivalente)		%	20.88
PARAMETROS DE LA	Tipo de corriente		-	Perenne
	Densidad de drenaje		Km/Km2	2.33
	Pendiente media del río principal		m/m (%)	17.29
	Altura Máxima del cauce		m.s.n.m.	4050
	Altitud Mínima del cauce		m.s.n.m.	2200
	Tiempo de concentración		Hr.	0.99

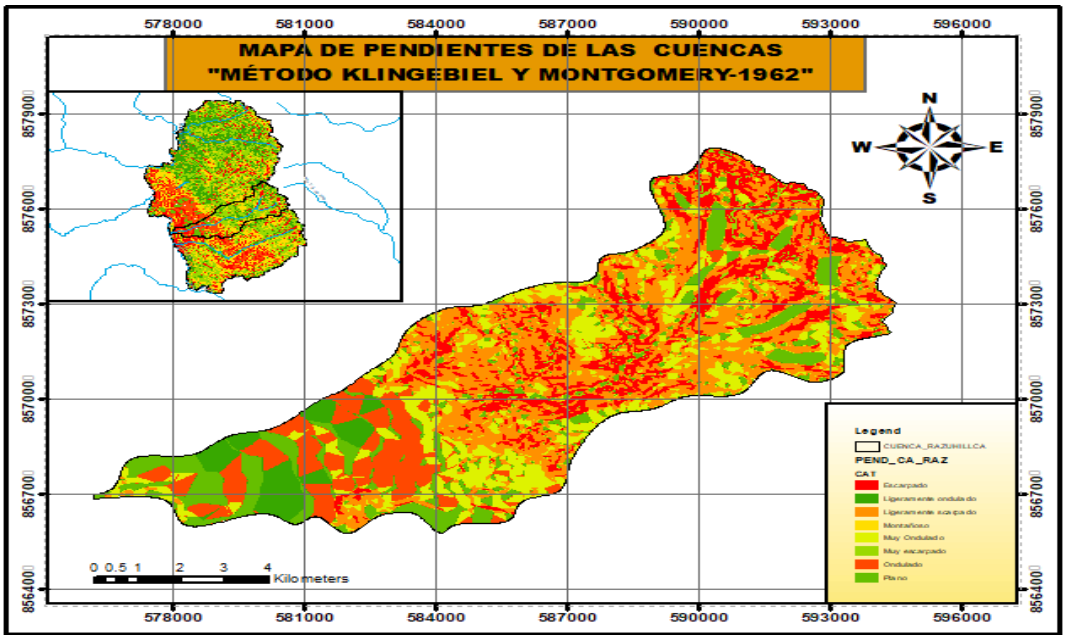
Fuente: Elaboración propia, 2017

Análisis de la pendiente de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta

La fisiografía de la zona varía según la clasificación de (Klingebiel y Mongomery - 1962) ver Figura 2.21, en (08) clases como son plano (14.94%), Ligeramente ondulado (5.36), Ondulado (11.71%), Muy ondulado (19.04%), Ligeramente escarpado (32.11%), Escarpado (15.82%), Muy escarpado (1.02%), Montañoso (0.01%) y según la clasificación de (Sheng, 1982) ver figura 2.22, en (06) clases son los siguientes, Plano (31.99%), Ligeramente ondulado (19.05%), Ondulado (32.13%),

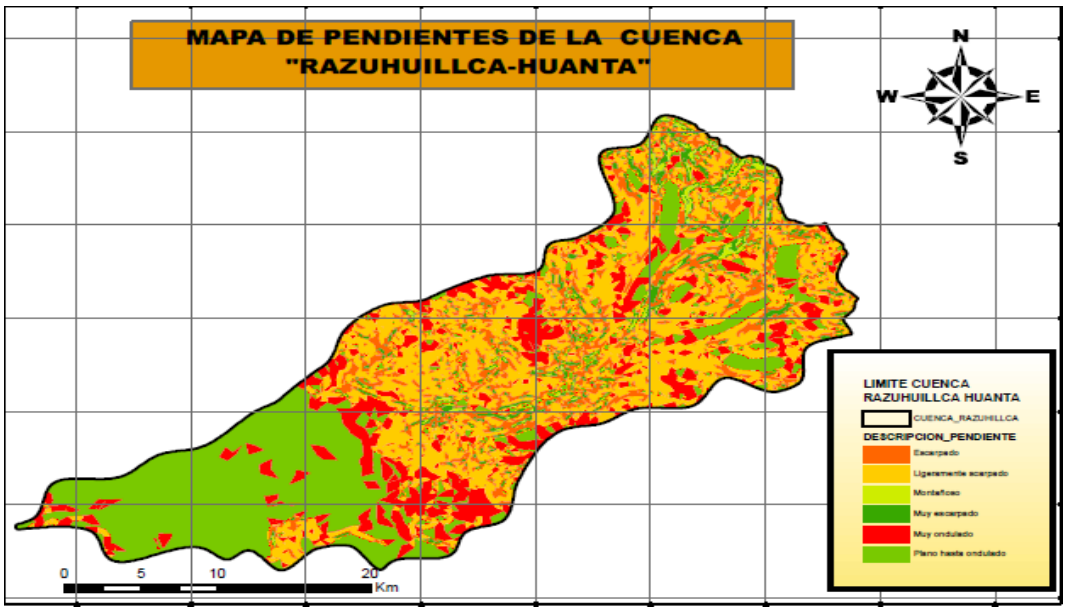
muy ondulado (11.79%), Ligeramente escarpado (4%), Montaños0 (1.04%), (ver figura 3.8)

Figura 2.23. Mapa de pendientes según Klingebiel y ,Montgomery – 1962, de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 2.24. Mapa de pendientes según Sheng – 1982, de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.

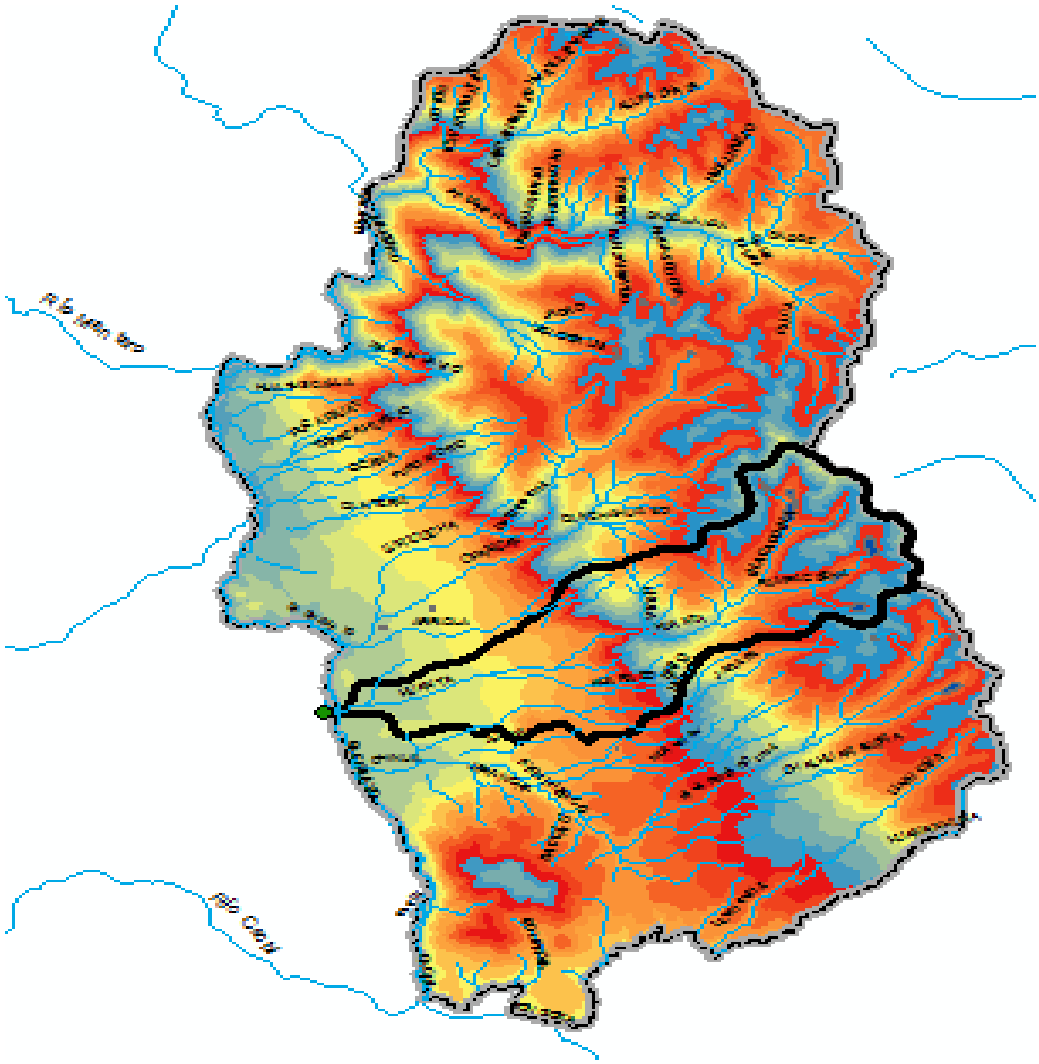


Fuente: Elaboración propia, 2017

Análisis de las altitudes de las cuencas hidrográficas del SHMH.

Para determinar la altitud de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta, se proseguirá a determinar la capa vectorial Raster, de la cuenca en el programa ArcGis 10.3, a partir del DEM, se podrá clasificar las altitudes de la cuenca como indica la (figura 3.9), clasificar estas nos indicara las áreas, de cada altud, la cota mayor y cota menor de las cuenca, para hacer los respectivos cálculos matemáticos que se conveniente en el proyecto.

Figura 2.25. Mapa de altitudes de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Análisis de la erosión en la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta

Para realizar el cálculo de la erosión de suelo fue necesario determinar cada uno de los valores de la fórmula de USLE:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Donde:

A	Es la pérdida de suelos calculada por unidad de superficie, expresada en las unidades seleccionadas para K y el período seleccionado para R, generalmente toneladas (t) hectárea $(ha)^{-1}$ $año^{-1}$.
R	El factor lluvia y escurrimiento, es el número de unidades de indice de erosión pluvial (EI), más un factor para escurrimiento por derretimiento de nieve o aplicación de agua. El EI para una tormenta es el producto de la energía total de la tormenta (E) y su máxima intensidad en 30 minutos (I).
K	El factor susceptibilidad de erosión del suelo, es la tasa de pérdida de suelos por unidad EI para un suelo específico, medido en una porción de terreno estándar (22.13 m de largo, 9% pendiente, en barbecho y labranza continua).
L	El factor de largo de la pendiente, es la proporción de pérdida de suelos en el largo de la pendiente especifica con respecto a un largo de pendiente estándar (22,13 m).
S	El factor de magnitud de la pendiente, es la proporción de pérdida de suelos de una superficie con una pendiente especifica con respecto a aquella en la pendiente estándar de 9%, con todos los otros factores idénticos.
C	El factor cubierta y manejo, es la proporción de pérdida de suelo en una superficie con cubierta y manejo especifico con respecto a una superficie idéntica en barbecho, con labranza continua.
P	El factor de prácticas de apoyo de conservación, es la proporción de pérdida de suelo con una práctica de apoyo como cultivo en contorno, barreras vivas, o cultivo en terrazas, con respecto a aquella labranza en el sentido de la pendiente.

Para calcular: R

El factor R tiene como principal influencia la energía de las gotas de lluvia al caer sobre la superficie terrestre, convirtiendo en una fuerza de erosion especifica producto de la energía cinética total de la tormenta. El Factor R representa los valores de la IE de tormenta promedio durante una lluvia y la intensidad máxima sostenida a lo largo de un periodo prolongado como se muestra en la ecuación (Brown y Foster 1999).

$$R = \frac{\sum(E * I_{30})}{N}, (\frac{J}{Ha})$$

Siendo:

E: Energia cinetica de la tormenta de diseño.

I: Intensidad de la lluvia para periodo dado.

N: Numero de intervalos en el periodo

A partir de la ecuación diversos autores establecieron nuevas ecuaciones empíricas, con base a fundamentos muy aceptables publicados en diferentes revistas científicas, entre los más utilizados:

- Roose (1995),

$$R = 0.865 * Pt$$

Siendo:

Pt: Precipitacion total anual (mm)

- Wischmeier and Smit (1978),

$$R = \frac{9.28 * Pt * 75}{1000}$$

Siendo:

R: Erosividad media anual (MJ.mm/ha.h.año).

Pt: Precipitacion media anual (mm)

- Rogler & Schwertmann (1981),

$$R = (10 - 1.48 + 1.48.NS)$$

Siendo:

R: Erosividad media anual (MJ.mm/ha.h.año).

NS: Precipitacion media de los meses de lluvia.

Para calcular: K

Para realizar este cálculo se prosigue a descargar “Mapa digital de los suelos del mundo” en inglés (Digital Soil Map of the World), del sitio web de la FAO: http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=14116, en formato Shapefile, para luego realizar su respectivo calculo empleando la tabla Excel, contenidos todos los tipos y nombres, datos de los suelos lo que nos importa son los datos de contenido de arena, contenido de limo-arcilla, contenido carbono orgánico, parámetro de arena para desarrollar la siguiente formula.

Fórmula Wiliams

$$K = 0.1317 f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand}$$

$$f_{csand} = \left(0.2 + 0.3\exp\left[-0.0256\, m_s \left(1 - \frac{m_{silt}}{100}\right)\right]\right)$$

$$f_{cl-si} = \left(\frac{m_{silt}}{m_c + m_{silt}}\right)^{0.3}$$

$$f_{orgc} = \left[1 - \frac{0.25 orgC}{orgC + \exp[3.72 - 2.95 orgC]}\right]$$

$$f_{hisand} = \left[1 - \frac{0.70\left(1 - \frac{m_s}{100}\right)}{\left(1 - \frac{m_s}{100}\right) + \exp\left[-5.51 + 22.9\left(1 + \frac{m_s}{100}\right)\right]}\right]$$

Para calcular: L

La pérdida de suelo por efecto de la longitud de la pendiente (L) de campo a partir de 22,1 metros, es causante de la erosión en el mismo tipo de suelo, pero no siempre es sensible la longitud de la pendiente de + 0 - 10%, estas están condicionadas por la rugosidad, en especial la vegetación (Mannaerts 1999).

La inclinación de la pendiente. Representa el efecto de la inclinación de la pendiente en la erosión. La pérdida de suelo aumenta más rápidamente con la calidad de pendiente de lo que hace con la longitud de la endiente.

El factor de L y el factor S se suelen considerar juntos denominado factor Topológico, que a partir de un modelo digital de elevaciones y un mapa de Pendientes es posible calcular celda a celda los valores de LS Wischmeier y Smith (1978).

$$Ls = \left(\frac{x}{22.13}\right)^{m} * (65.41 * \text{sen}^2\alpha + 4.45 * \text{sen}\alpha + 0.065)$$

Donde:

X: Longitud de la cuenca (m)

A: Pendiente de la cuenca (%)

M: exponente que depende de la pendiente.

Tabla 2.6. Parámetro de cálculo para factor topológico C.

S(%)	M
>5	0,5
3,5 - 4,5	0,4
1 -3	0,3
< 1	0,2

Fuente: Wischmeier y Smith 1978

Para este caso usaremos la siguiente formula que se caracteriza para pendiente menores al 20% y longitudes de declive menores 350 metros, según Wischmeier (1982).

$$LS = \left[\frac{\lambda}{22.1}\right]^{0.5} [(0.065 + 0.0454 * S + 0.00065 * S^2)]^1$$

Donde:

λ: Longitud de declive en metros

S: Es la pendiente del declive en (%)

Para calcular: (C), Factor de Cobertura Vegetal.

Representa la cobertura vegetal del suelo. El factor de racionabilidad debido a la cobertura vegetal (C) representa la relación entre la perdida de suelo de un terreno cultivado y la perdida de suelo de un terreno sin ningún cultivo. Tabla 2.7.

Tabla 2.7. Valores del factor C, para distintos tipos de cultivo y práctica.

Cultivo y práctica	Media anual del factor C
Suelo desnudo	1,0
Bosque o matorral denso, cultivos con alto porcentaje de *mulch*	0,001
Sabana o pradera herbácea en buenas condiciones	0,01
Sabana o pradera herbácea sobrepastada	0,1
Maíz, sorgo o mijo: alto rendimiento con laboreo convencional	0,20 – 0,55
Maíz, sorgo o mijo: alto rendimiento sin laboreo convencional	0,50 – 0,90
Maíz, sorgo o mijo: bajo rendimiento con laboreo mínimo o no laboreo	0,02 – 0,10
Maíz, sorgo o mijo: alto rendimiento, laboreo con chisel entre residuos	0,12 – 0,20
Maíz, sorgo o mijo: bajo rendimiento, laboreo con chisel entre residuos	0,30 – 0,45
Algodón	0,40 – 0,70
Pradera herbácea	0,01 – 0,025
Soja	0,20 – 0,50
Trigo	0,10 – 0,40
Arroz	0,10 – 0,20
Cacahuete	0,30 – 0,80
Palmera, cafeto, cocotero, con cobertura vegetal	0,10 – 0,30
Piña cultivada a nivel, con retirada de residuos	0,10 – 0,40
Piña cultivada a nivel, con residuos en superficie	0,01
Patata, surcos según la pendiente	0,20 – 0,50
Patata, surcos transversales a la pendiente	0,10 – 0,40
Caupí (judía de vaca)	0,30 – 0,40
Fresa con cobertura de malas hierbas	0,27
Granado con cobertura de malas hierbas	0,08
Granado limpio de malas hierbas	0,56
Tef (*Eragrostis tef*)	0,25
Caña de azúcar	0,13 – 0,40
Ñame	0,40 – 0,50
Guisante de Angola	0,60 – 0,70
Judía mungo	0,04
Pimiento	0,33
Cafeto: después de la primera recolección	0,05
Plátano: después de su establecimiento	0,05 – 0,10
Papaya	0,21

Wischmeier y Smith (1978); Roose (1977); Singh, Babu y Chandra (1981); El-Swaify, Dangler y Arstrong (1982); Hurni (1987); Hashim y Wong (1988).

Cabe señalar, a fin de obtener el valor de C para una zona en particular es necesario conocer cómo se distribuye la lluvia a través del año. Además se debe saber cuánta protección a la erosión ofrecen los cultivos, los residuos de cultivo y las prácticas de cultivo cuando se presenten tormentas (Mercado, 2014).

Para ello calcularemos C, ponderado:

Para calcular: P, factor de la práctica de apoyo.

Por definición el factor P de la USLE representa la relación de la perdida de suelo bajo una práctica de conservación especifica respecto a la perdida de suelo de la misma zona sin ningún tipo de práctica (Mercado, 2014).

Para ello calcularemos P, ponderado:

Tabla 2.8. Valores del factor P, para distintos tipos de cultivo y práctica.

Tipo de cobertura	Factor C	Factor P
Area urbana	0.1	1
Suelo desnudo	0.35	1
Bosque denso	0.001	1

Tipo de cobertura	Factor C	Factor P
Bosque ralo	0.01	1
Bosque mezclado con cultivos (Agroforestería)	0.1	0.8
Cultivos	0.5	0.5
Cultivos de inundación	0.1	0.5
Pastura densa	0.08	1
Pastura rala	0.2	1
Pasturas con cultivos	0.25	0.8
Humedales	0.05	1
Cuerpos de agua	0.01	1

Fuente: Wischmeier (1982).

Capacidad de uso mayor de suelo (CUMS)

- **Clasificación de suelos según capacidad de uso mayor (CUM)**

La determinación de la Capacidad de Uso Mayor que corresponda a cada superficie de tierras, se efectúa por medio de la cuantificación de los factores ecológicos que intervienen en forma conjugada en este sistema, entre las definiciones básicas se tiene:

Ecología: Es la interrelación existente entre los organismos vivos, incluyendo al hombre, con su medio ambiente natural.

Recurso Natural Renovable: Es el recurso natural que manejado racionalmente es duradero y se auto renueva. Son recursos naturales renovables, el clima, el suelo, el agua, la vegetación y la fauna.

Tierras: Este término abarca el conjunto de clima, suelo, vegetación, agua, fauna y demás factores del medio ambiente.

Unidad de Tierras: Es la extensión de tierras con ubicación geográfica y límites definidos, sobre la cual las condiciones ecológicas son homogéneas.
Suelo: Es el cuerpo natural dinámico, constituido por elementos físicos, químicos y biológicos, que conforman la capa superficial de la corteza terrestre en la que se sostienen las plantas y de la que absorben el agua y los elementos nutritivos necesarios para su desarrollo.

Perfil del Suelo: Es la sección vertical o corte que va desde la superficie hasta la roca madre por lo general, y que revela la disposición y características morfológicas de las capas u horizontes que componen el suelo.

Grupo de Capacidad de Uso Mayor: Es un agrupamiento de suelos que tienen características similares en cuanto a su aptitud natural para la producción ya sea de Cultivo en Limpio, Permanente, Pastoreo, Producción Forestal y de Protección.
El Sistema establece los siguientes grupos de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras:

Tierras aptas para el CULTIVO EN LIMPIO (A): Reúnen condiciones ecológicas que permiten la renovación periódica y continúo del suelo para el sembrío de plantas herbáceas o semiarbustivas de corto período vegetativo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo, ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras, por su alta calidad agrológica, podrán dedicarse a otros fines (Cultivo Permanente, Pastoreo, Producción Forestal y Protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivo en limpio o cuando el interés social del Estado lo requiera.

Tierras aptas para CULTIVO PERMANENTE (C): Son aquellas cuyas condiciones ecológicas no son adecuadas a la remoción periódica y continuada del suelo, pero que permiten la implantación de cultivos perennes, sean herbáceas, arbustivos o arbóreos, así como forrajes, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad del suelo ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse a otros fines (Pastoreo, Producción Forestal y Protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría

de su utilización con fines de cultivo permanente o cuando el interés social del Estado lo requiera.

Tierras aptas para PASTOREO (P): Son las que no reúnen las condiciones mínimas requeridas para el cultivo en limpio o permanente, pero que permiten su uso continuado o temporal para el pastoreo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso, ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse para otros fines (Producción Forestal o Protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de pastoreo o cuando el interés social del Estado lo requiera.

Tierras aptas para PRODUCCION FORESTAL (AF): SI reúnen las condiciones ecológicas requeridas para su cultivo o pastoreo, también permiten su uso para la producción de maderas y otros productos forestales, siempre que sean manejadas en forma técnica para no causar deterioro en la capacidad productiva del recurso ni alterar el régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse a protección cuando el interés social y económico del Estado lo requiera.

Tierras aptas para PRODUCCION SILVICULTURA (F): Si reúnen las condiciones ecológicas requeridas para para la práctica de cultivo forestal de plantas, que permite su uso para la producción de maderas y otros productos, con el fin del preservar y cuidar los bosques, cerros, en toda su extensión, siempre que sean manejadas en forma técnica para no causar deterioro en la capacidad productiva del recurso ni alterar el régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse a protección cuando el interés social y económico del Estado lo requiera.

Tierras de PROTECCION (X): Están constituidas por aquellas que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivo, pastoreo o producción forestal. Se incluyen dentro de este grupo: picos, nevados, pantanos, playas, cauces de ríos y otras tierra, que aunque presenten vegetación natural boscosa, arbustiva o herbácea, su uso no es económico y deben ser manejadas con fines de protección de cuencas hidrográficas, vida silvestre, valores escénicos, científicos, recreativos y otros que impliquen beneficio o de interés social.

Riesgos de erosión del suelo

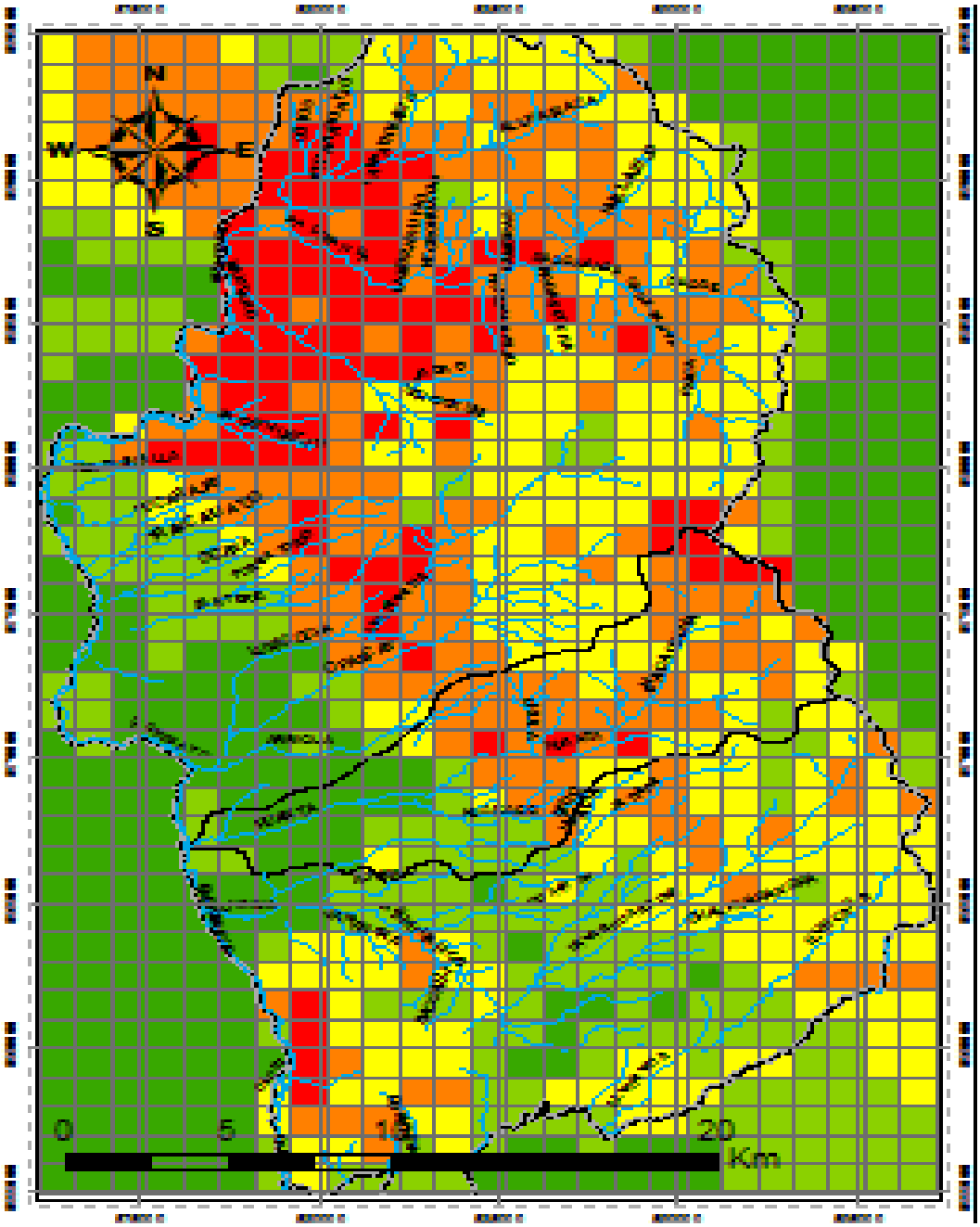
Existen diversas maneras de realizar el mapa de profundidad de erosión, la manera clásica de elaborarla es utilizando las cartas topográficas nacionales, escogiendo una zona de estudio se procede a definir áreas simétricas en un enmallado, luego de este proceso se apuntan las cotas de las curvas de nivel de mayor y menor altitud en cada una de las unidades simétricas, solo queda hallar la diferencia entre la cota de mayor y menor altitud, el resultado muestra la profundidad de la erosión hídrica superficial de la zona de estudio para ello se siguen los siguientes pasos:

a. Una vez insertada Shape de curvas de nivel de la zona en estudio en el ArcMap se creara DEM (modelo digital elevación), para ello se abre la caja de herramientas ArcToolbox, elije la opción 3D Analyst Tools, luego la opción Raster Interpolation, se escoge la herramienta Topo to Raster luego se elige en opción Field la opción elevación y en la opción Ouput cell size (tamaño celda) será 20 y el damos Ok.
b. Una creada DEM (modelo digital elevación) se creara el Fishnet, para ello se abre la caja de herramientas ArcToolbox, elige la opción Data Management Tools, luego la opción Feature Class, se escoge la herramienta Create Fishnet luego se elige en la opción Template Extent (Same as Layer) y en la opción cell size Width (tamaño celda achura) será 1000 asi mismo cell size Height (tamaño celda altura) será 1000 y con la regla del ArcMap medimos ancho - alto del DEM colocamos en la opción nos pide Number of Rows (ancho), Number of Columns (alto) luego desativamos el check de Create Label Points y elegimos en geometry type la opción Polygon, y le damos Ok.
c. Una creada Fishnet , se prosigue con la creación de atributos en el tabla de atributos del Fishnet, como el área en (m2 – Ha), perímetro(m), después de haber definido estos valores de abre la caja de herramientas ArcToolbox, elige la opción Spatial Analyst Tools, luego la opción Zonal, se escoge la herramienta Zonal Atatistics Table luego se elige en la opción Iput raster or fearture zone date (escoge Raster Fishnet) en la opcion Imput value raster se elige raster DEM y se guarda (Ouput Table) con nombre estadísticas y se leda Ok.

d. Una vez creada la tabla estadística, se le ara un Join Data al Fishnet, los atributos del (Id), luego se le dará los atributos para ello se va a propiedades del Fishnet, simbology opcion Quantities Graduecion Color, opcion Range y se elige el color y se le Ok.

El resultado será como muestra la (figura 2.26).

Figura 2.26. Mapa de ubicación de riesgos de erosión.



Fuente: Elaboración propia, (2017).

2.5.1.7. Análisis Ecológico

La determinación del aspecto ecológico de la cuenca Razuhuillca-Huanta, se llevara a cabo por el análisis, sistemático por medio del programa ArcGis 10.3, a partir capa Raster (MDT), se graficó los siguientes mapas:

- Mapa de cobertura vegetal de la cuenca hidrográfica.
- Mapa de Zonas de vida de la cuenca hidrográfica.

2.5.1.8. Planteamiento del diseño de las estructuras propuestas para la conservación de suelos y aguas en la cuenca Razuhuillca-Huanta.

Diseño de Andenes

La agronomía en andenería es un sistema ancestral de cultivo en terrazas, que se aplica en laderas con pendientes del 4 al 60%; se caracteriza por la construcción de plataformas continuas escalonadas en las laderas de los cerros y superficies inclinadas de las quebradas, logrando así el aprovechamiento óptimo del agua. La cultura Andina en el transcurso de casi 3000 años, ha perfeccionado la construcción de este sistema, diversificándola según su uso: para la producción agrícola, manejo de los recursos hídricos, viviendas, experimentación y domesticación de plantas entre otros. Los andenes continúan siendo la tecnología agrícola que mejor utiliza el recurso humano y el medio más adecuado para evitar la erosión de los suelos de laderas.

Para el establecimiento de un sistema de andenes hay que tener en cuenta lo siguiente: la pendiente de la ladera debe estar comprendida entre 4 y 60% preferentemente por razones de costo, la disponibilidad y caudal de las fuentes de agua para riego (manantiales, ríos, lagunas, lluvias, etc. Para andenes con fines de producción agrícola), la precipitación estacional anual en zonas de secano no debe ser menor a los 200 mm, obtener y analizar los registros hidrológicos de la máxima precipitación y máxima avenida para el cálculo de caudales máximos y problemas de erosiones, estudio geológico y edafológico de la zona para la descripción del perfil de la ladera (ver figura 3.11).

Para el establecimiento de un sistema de andenes hay que tener en cuenta lo siguiente: la pendiente de la ladera debe estar comprendida entre 4 y 60% preferentemente por

razones de costo, la disponibilidad y caudal de las fuentes de agua para riego (manantiales, ríos, lagunas, lluvias, etc. Para andenes con fines de producción agrícola), la precipitación estacional anual en zonas de secano no debe ser menor a los 200 mm, obtener y analizar los registros hidrológicos de la máxima precipitación y máxima avenida para el cálculo de caudales máximos y problemas de erosiones, estudio geológico y edafológico de la zona para la descripción del perfil de la ladera.

Los principales parámetros que se deben considerar en el diseño de un andén son los siguientes:

- Espaciamiento entre Andenes o Terrazas: El espaciamiento entre dos andenes se puede medir utilizando la diferencia de nivel entre ellas, llamado intervalo vertical (IV) y el intervalo horizontal (IH), este último generalmente se mide en el terreno. En pendientes fuertes se debe utilizar el intervalo horizontal, puesto que la distancia superficial puede provocar errores considerables.

Las ecuaciones para el cálculo son las siguientes:

$$IV = \left(2 + \frac{S}{3 \ \acute{o} \ 4}\right) \times 0.305 \qquad (1)$$

Donde:

IV: Intervalo Vertical (m)

S: Pendiente del terreno (%)

3: Factor que se utiliza en áreas donde la Pp < 1200mm/año.

4: Factor que se utiliza en áreas donde la Pp > 1200mm/año.

0.305: Factor de corrección de pies a metros.

$$IH = \frac{IV}{S} \times 100 \qquad (2)$$

Donde:

IH: Intervalo Horizontal (m)

IV: Intervalo Vertical (m)

S: Pendiente del terreno (%)

Para la facilidad de cálculo se presenta el siguiente cuadro, donde los datos que se requieren son: pendiente del terreno y la precipitación anual de la zona.

Tabla 2.9. Espaciamientos verticales y horizontales para replantear desviaciones en terrenos de ladera según el porcentaje de pendiente y la precipitación.

Pendiente %	ZONAS CON PRECIPITACIONES MENORES A 1.200 mm/año		ZONAS CON PRECIPITACIONES MAYORES A 1.200 mm/año	
	Intervalo vertical IV m	Intervalo Horizontal IH m	Intervalo Vertical IV m	Intervalo Horizontal IH m
2	0.8133	40.67	0.7625	38.13
3	0.9150	30.50	0.8388	27.96
4	1.0167	25.42	0.9150	22.88
5	1.1183	22.37	0.9913	19.83
6	1.22	20.33	1.0675	17.79
7	1.3217	18.88	1.1438	16.25
8	1.4233	17.79	1.22	15.25
9	1.525	16.94	1.2963	14.4
10	1.6267	16.27	1.3725	13.73
11	1.7283	15.71	1..4488	13.17
12	1.8300	15.25	1.525	12.71
13	15317	14.86	1.6013	12.32
14	2.0333	14.52	1.6775	11.98
15	2.1350	14.23	1.75138	11.69
16	2.2367	13.98	1.83	11.44
17	2.3383	13.75	1.9063	11.21
18	2.4400	13.56	1.9825	11.01
19	2.5417	13.38	2.0588	10.84
20	2.6433	13.22	2.1350	10.68

21	2.7450	13.07	2.2113	10.53
22	2.8567	12.94	2.2875	10.4
23	2.9483	12.82	2.3638	10.28
24	3.0500	12.71	2.4400	10.17
25	3.1517	12.61	2.5163	10.07
26	3.2533	12.51	2.5925	9.97
27	3.3550	12.43	2.6688	9.88
28	3.4567	12.35	2.7450	9.8
29	3.5583	12.27	2.8213	9.73
30	3.6600	12.20	2.5975	9.66
31	3.7617	12.13	2.5738	9.59
32	35633	12.07	3.0600	9.53
33	3.9650	12.02	3.1263	9.47
34	4.0667	11.56	3.2025	9.42
35	4.1683	11.51	3.2788	9.37
36	4.2700	11.56	3.565	9.32
37	4.3717	11.52	3.4313	9.27
38	4.4733	11.77	3.5075	9.23
39	4.5750	11.73	3.5838	9.19
40	4.6767	11.69	3.6600	9.15
41	4.7783	11.63	3.7363	9.11
42	4.8800	1152	3.5125	9.08
43	4.9817	11.59	3.5888	9.04
44	5.0833	11.55	3.565	9.01
45	5.1850	11.52	4.0413	8.98
46	5.2867	11.49	4.1175	8.95
47	5.3883	11.46	4.1938	8.92
48	5.4900	11.44	4.2700	8.9
49	5.5917	11.41	4.5463	8.87
50	5.6933	11.59	4.422S	8.85

Fuente: Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas, Pastor (2009).

- Pendiente del Terreno (S): Representa la inclinación verdadera del terreno (ladera) lo cual puede fluctuar generalmente entre 2% a 60%.

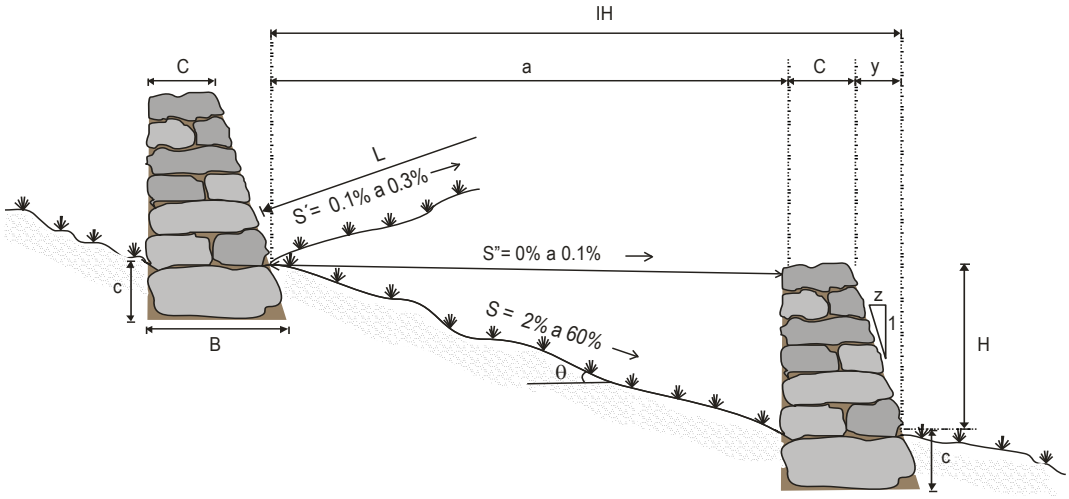
- Pendiente longitudinal de la terraza (S´): Se define como la pendiente paralela a la curva de nivel de la ladera; dicho parámetro define la velocidad del flujo de agua (depende también del material de la zona), para no ser erosivo y los valores fluctúan entre 0,1 y 0,3%.

- Pendiente transversal de la terraza (S”): La plataforma o terraplén constituye técnicamente el banco del andén y está formado artificialmente por diferentes estratos del suelo. Este relleno de la terraza, no siempre es completamente horizontal, por lo general mantiene una ligera inclinación exterior que viene a ser la pendiente transversal de la terraza que absorbe la precipitación normal de las lluvias y del agua de riego permitiendo una mayor infiltración. Los valores de la pendiente transversal fluctúan entre 0,0 y 0,1%.

- Talud del muro de contención (Z): El muro nunca es vertical, se construye una pirca con ligera inclinación hacia adentro de la terraza; los valores del talud del muro fluctúan entre 0,05:1 y 0,15:1. El talud define la estabilidad del muro como soporte del perfil del suelo, tal estabilidad también depende de la forma, tamaño y peso de la roca empleada en la piedra.

- Altura del muro (H): El muro de contención puede tener entre 0,5 y 3 m de altura dependiendo mucho del tipo de material, pendiente de la ladera y límite de la fuerza humana para edificar los muros de piedra pircada; en promedio esta altura alcanza 1,5 m, ocasionalmente llega a los 3 m de altura.

Figura 2.27. Forma de construcción de una terraza o andén y sus parámetros.



Fuente: Huillca, 2013

De la figura:

IH	: Intervalo Horizontal o ancho de andén.
L	: Longitud de andén.
S	: Pendiente del terreno.
θ	: Grado de inclinación del terreno.
Z	: Inclinación del muro de contención.
C	: ancho de la corona del muro.
a	: Ancho de la terraza o andén.
B	: Base mayor del muro.
c	: Profundidad de cimentación del muro.
y	: proyección horizontal de la inclinación.
H	: Altura de muro (Intervalo Vertical).

Diseño de Muros de Contención

El diseño del muro de contención se basa principalmente en un muro tipo pirca (terraza) ya que el principio de este estudio es emplear materiales del lugar en el proceso constructivo de las estructuras planteadas.

Los muros en piedra son estructuras construidas con bloques o cantos grandes de roca, los cuales se colocan unos sobre otros en forma manual o al volteo. El tamaño de los bloques utilizados generalmente supera las 3 pulgadas y pueden utilizarse bloques

hasta de 1 metro de diámetro si se tiene equipo adecuado para su colocación. El diseño consiste en determinar las dimensiones exteriores del terraplén.

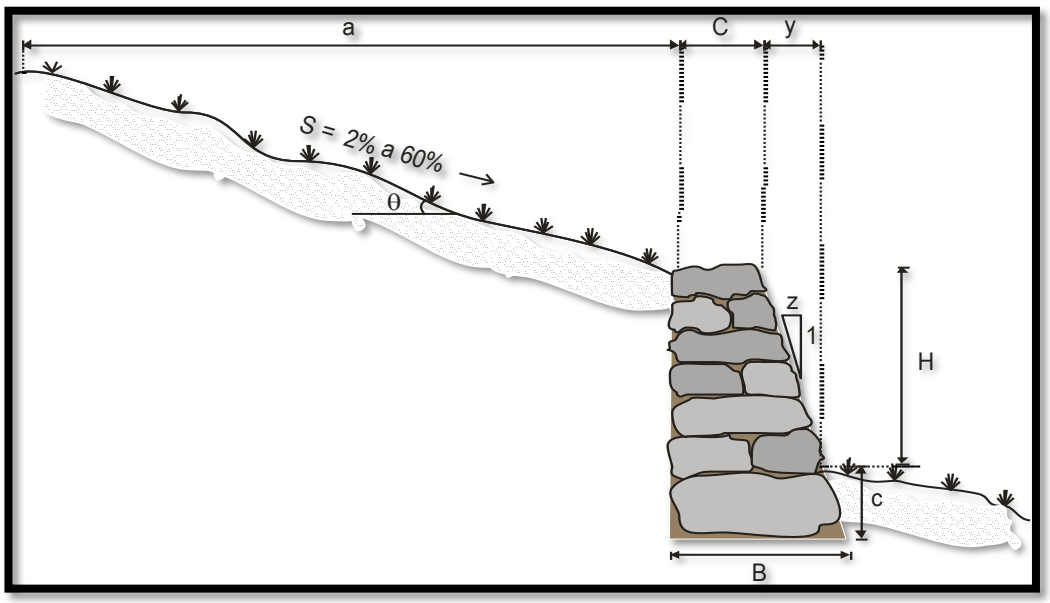
Diseño de un muro de contención tipo pirca

- Pendiente del Terreno (S): Representa la inclinación verdadera del terreno (ladera) lo cual puede fluctuar generalmente entre 2% a 60%.

- Talud del muro de contención (Z): El muro nunca es vertical, se construye una pirca con ligera inclinación hacia adentro del terraplén; los valores del talud del muro fluctúan entre 0,05:1 y 0,15:1. El talud define la estabilidad del muro como soporte del perfil del suelo, tal estabilidad también depende de la forma, tamaño y peso de la roca empleada en la piedra.

- Altura del muro (H): El muro de contención puede tener entre 0,5 y 3 m de altura dependiendo mucho del tipo de material, pendiente de la ladera y límite de la fuerza humana para edificar los muros de piedra pircada; en promedio esta altura alcanza 1,5 m, ocasionalmente llega a los 3 m de altura (ver cuadro 2.9).

Figura 2.28. Forma de construcción de un muro de contención tipo pirca.



Fuente: Huillca, 2013

De la figura:

S: Pendiente del terreno.

θ: Grado de inclinación del terreno.

Z: Inclinación del muro de contención.

C: ancho de la corona del muro.

a: Ancho de la plataforma y/o terraplén.

B: Base mayor del muro.

c: Profundidad de cimentación del muro.

y: proyección horizontal de la inclinación.

H: Altura de muro.

Planteamiento de los Sistemas de Forestación y Reforestación

Los sistemas de forestación y reforestación en el lugar del proyecto son de suma importancia, los cuales permitirán la reducción de la socavación y erosión de los suelos.

La forestación y reforestación se plantea utilizando árboles nativos como el molle, la cabuya y la penca debido a que estas plantas son adecuados para la zona del proyecto.

EL MOLLE (*Schinus molle* L.): árbol hermoso de formas caprichosas, copa frondosa, follaje denso, coloridos frutos y diversos usos que hacen de él una especie muy productiva.

Se le emplea en la reforestación de cuencas para proteger riberas de ríos, controlar la erosión de laderas y arborizar las ciudades, tanto por su belleza como por su resistencia a la escasez de agua.

El molle es oriundo de los valles interandinos del centro del Perú, especialmente de las regiones áridas y semiáridas de la serranía esteparia y el bosque montano bajo.

El molle crece tanto de manera silvestre como cultivada en zonas secas de la costa, la serranía y parte de la Amazonía desde el nivel del mar hasta los 3,500 msnm. Se desarrolla con mayor eficiencia en lugares con suelos ligeros a rocosos y bajo condiciones climáticas tropicales y templadas.

LA CABUYA O MAGUEY (*Agave scabra*): es una planta típica de los Yungas y vertientes occidentales andinas. Este vegetal es de uso múltiple como hilo a través de su fibra, sus espinas como aguja, sus hojas jabonosas sirven como detergente, además, el zumo fermentado da una agradable bebida, es por ello que los cronistas decían que esta maravillosa planta regalaba diversos beneficios.

Además de usos como fibras, detergentes, bebidas, etc., la cabuya es también utilizada como hitos de lindero y cercos de chacra, por lo que, el uso de la cabuya o maguey como planta forestal es adecuado ya que controla la erosión de suelos como también retiene la escorrentía y no requiere de mucha agua para su existencia.

LA PENCA o TUNAL (*Opuntia ficus-indica*): es familia de las cactáceas y su fruto sirve de alimento con un gran valor nutritivo con excelentes propiedades para la digestión debido a la fibra contenida en sus semillas. Ésta puede servir como plantas forestales debido a que sus raíces son superficiales, abundantes y forman una malla que agarra el suelo, evitando la erosión por las lluvias, sobre todo en terrenos de ladera.

Sistema de plantación

La forestación se plantea bajo el sistema de plantación cuadrada debido a que en el lugar hay zonas donde se realiza la actividad agrícola, por lo que, los cálculos para este sistema se muestra a continuación.

$A_f = 1976.17.45\ ha.$

Propiedades fundamentales para el cálculo.

$$D_S = \frac{10{,}000.00m^2}{L \times l\ (m^2)} \left(\frac{plt}{ha}\right) \qquad y \qquad N°_{plt} = \frac{D_S \times A_f}{1{,}000}\ (millares)$$

Dónde: A_f: Área a forestar (ha.).

D_S: Densidad de siembra (plt/ha.).

$N°_{plt}$: Número de plantas a instalar (millares).

L, l: Distanciamiento entre plantas (largo y ancho) (m).

Identificación del Sistema Hidráulico Común, Sector y Subsector Hidráulico Huanta, Razuhuillca y Ocana Paccayhuaycco.

Nombre del sector hidráulico propuesto
"Sector hidráulico Menor Huanta, Clase B"

Definido de acuerdo al reglamento de operadores hidráulicos (R.J Nº 492-2011-ANA).

Nombre de la entidad a cargo de la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica

La entidad que está a cargo de la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica, menor o laterales de primer y demás órdenes es la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Ayacucho. A través de sus organizaciones de Usuarios que son las Comisiones y Comités de Usuarios de Agua. (R.J Nº 492-2011-ANA)

2.6. ¿Cómo influye el problema de falta de delimitación e identificación de los componentes del sector y subsector hidráulico de la cuenca Ocana - Paccayhuaycco?

2.6.1. Determinación del ámbito del sector y subsector Hidráulico, delimitación de las Cuenca (Sector y subsector Hidráulico) y sus componentes.

El problema principal es la falta de la delimitación de los sectores y subsectores hidráulicos, así como la identificación de sus componentes y sistemas hidráulicos existentes en la cuenca, para ello se desarrollara en el ámbito de la provincia de Huanta, detallando la cuenca Ocana Paccayhuaycco, pero tomando como modelo por la importancia la cuenca Razuhuillca:

a. Ubicación

Administrativa

Figura 2.29. Ubicación administrativa de la cuenca.

Institución	Razón social
Autoridad Administrativa del Agua (AAA)	X - MANTARO
Administración local del Agua	AYACUCHO

Fuente: Elaboración propia (2016)

Hidrográfica

Figura 2.30. Ubicación hidrográfica de la cuenca.

	Nombre/detalle
Vertiente Hidrográfica	Atlántico
Unidad Hidrográfica	Mantaro
Código Nº	4996

Fuente: Elaboración propia (2016)

Hidrográficamente se encuentra en la Vertiente del Atlántico, y de acuerdo a la codificación de la metodología de PFAFSTETTER, es la siguiente (figura 2.31).

Figura 2.31. Codificación de la metodología PFAFSTETTER de la cuenca.

ORDEN	NIVEL	CODIGO	NOMBRE DE LA UNIDAD HIDROGRAFICA
01	1	4	Región Hidrográfica del Amazonas
02	2	49	Alto Amazonas
03	3	499	Ucayali
04	4	4996	Mantaro
05	5	49962	Warpas
06	5	49961	Intercuenca 49961(*)

Fuente: Elaboración propia (2016)

(*) El ámbito del ALA Ayacucho, abarca una pequeña parte de la UH 49961.

El Sector Hidráulico Menor Huanta, abarca una parte de las unidades hidrográficas del nivel 6 de acuerdo a la codificación de la metodología de PFAFSTETTER, siendo éstas: 499619 Cuenca del Río Upamayo, 499621 intercuenca Huarpa, una parte de la intercuenca 499623 conformada por varias microcuencas y una parte de 499624 cuenca del río Pongora.

Las principales fuentes hídricas del ámbito del Sector Hidráulico Huanta son:

Lagunas: Yanaccocha – Huamanguilla, Moroccocha, Peruaccocha, Pisccoccocha, Pampaccocha, Yanaccocha – Huanta, San Antonio, Chacaccocha, Ccarccarccocha, Yanaccocha – Luricocha,

Ríos: Lluncuna, Ayahuarcuna, Chichua, Razuhuillca, Huanta, Opancca, Luricocha, Paccayhuaycco, Huayllay, Paqchancca y Allpachaka.

Política

El ámbito del Sector Hidráulico Menor Huanta, está comprendido en el departamento de Ayacucho, tal como se muestra en el siguiente (Figura 2.32).

Figura 2.32. Ubicación política del sector hidráulico menor Huanta

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITOS
Ayacucho	Huanta	Huamanguilla, Iguaín, Huanta, Luricocha, Santillana, Chaka

Fuente: Elaboración propia (2016)

La ubicación administrativa, hidrográfica y política se puede apreciar en el en las figuras 3.86, 3.87 y 3.88.

c. Identificación del Sistema Hidráulico Común en las Cuencas

Los más importantes son:

- Sistema Hidráulico Común Lluncuna – Anta – Huamanguilla.
- Sistema Hidráulico Común Lluncuna – Quiturara – Huamanguilla.

- Sistema Hidráulico Común Chinchaysuyo – Huamanguilla.
- Sistema Hidráulico Común Ccanccemolino – Iguaín.
- Sistema Hidráulico Común Pisccoccocha Ccarapa.
- Sistema Hidráulico Común Razuhuillca.
- Sistema Hidráulico Común Huancayocc Huamanccacca
- Sistema Hidráulico Común Tomapata Silveracucho.
- Sistema Hidráulico Común Yungayllu Pahuanacucho.
- Sistema Hidráulico Común Seccllas.
- Sistema Hidráulico Común Pichiurara.
- Sistema Hidráulico Común Ccollana Ccayau.
- Sistema Hidráulico Común Uchpas
- Sistema Hidráulico Común Cedro Huerta – Intay.
- Sistema Hidráulico Común Hatunyarcca.
- Sistema Hidráulico Común Seccebamba.
- Sistema Hidráulico Común Ñahuinchayocc - Yuraccraccay – Iscutacucc.
- Sistema Hidráulico Común Chamana.
- Sistema Hidráulico Común Santa Rosa de Ocana – San Pedro de Pampay
- Sistema Hidráulico Común Paccyahuaycco
- Sistema Hidráulico Común Huayllay.

d. Evaluación de los sistemas hidráulicos y sus componentes de las estructuras hidráulicas naturales y artificiales existentes en las cuencas

- **Fuentes de Agua (natural o artificial) y Ubicación del Punto de Captación.**

El Sector Hidráulico Menor Huanta se ha delimitado en 08 Subsectores Hidráulico Menores, la misma que está conformado por varios sistemas hidráulicos comunes. Tal como se muestra en el (Figura 2.33).

Figura 2.33 Fuentes de Agua natural y ubicación del punto de captación del Sector Hidráulico Menor Huanta.

Nº	Sector/Subsector hidráulico propuesto	FUENTE		Nombre de la fuente	Nombre de la estruc. de capt.	Tipo de estruc. De capt.	Qd (m3/s)	Coord. UTM de la Ubic. Captación		
		Origen	Tipo					ESTE	NORTE	ZONA
1	Ccancce Molino - Iguain	Río	Nat.	Ayahuarcuna	Bocatoma	Pe	0.12	589306	8564456	18L
2	Chinchaysuyo	Qda.	Nat.	Yakiuraquina	Bocatoma	Pe	0.08	593062	8567268	18L
3	LLuncuna Anta	Qda.	Nat.	Huamanhura	Bocatoma	Pe	0.10	594381	8561457	18L
4	LLuncuna Anta	Qda.	Nat.	Lluncuna Ñahuincucho	Bocatoma	Pe	0.10	593312	8562888	18L
5	Luricocha	Río	Nat.	Luricocha	Bocatoma	Pe	0.12	580200	8574122	18L
6	Ocana - Paccayhuaycco	Qda.	Nat.	Canteria	Bocatoma	Ru	0.03	579833	8575364	18L
7	Ocana - Paccayhuaycco	Qda.	Nat.	Minascucho	Bocatoma	Pe	0.02	578642	8577658	18L
8	Ocana - Paccayhuaycco	Qda.	Nat.	Ocana	Bocatoma	Ru	0.02	578112	8577207	18L
9	Ocana - Paccayhuaycco	Qda.	Nat.	Paccayhuayccо	Bocatoma	Ru	0.01	579679	8580776	18L
10	Ocana - Paccayhuaycco	Qda.	Nat.	Isccana	Bocatoma	Ru	0.02	577992	8581312	18L
11	Opanccay	Río	Nat.	Opanccay	Bocatoma	Pe	0.08	581218	8572943	18L
12	Paqchancca	Río	Nat.	Paqchancca	Bocatoma	Ru	0.04	582789	8586521	18L
13	Pisccoccocha - Ccarapa	Qda.	Nat.	Ccarapa	Bocatoma	Pe	0.08	588489	8568225	18L

14	Pisccoccocha - Ccarapa	Río	Nat.	Uchpas	Bocatoma	Pe	0.12	580350	8574095	18L
15	Razuhuillca	Qda.	Nat.	Razhuillca	Bocatoma	Pe	0.08	587850	8570421	18L
16	Razuhuillca	Río	Nat.	Huanta	Bocatoma	Pe	0.12	585110	8570067	18L
17	Razuhuillca	Qda.	Nat.	Chula	Bocatoma	Pe	0.05	585952	8572211	18L
18	Tomapata Silveracucho	Qda.	Nat.	Canchahuayccco	Bocatoma	Pe	0.06	585841	8574709	18L
19	Yungayllu Pahuanacucho	Qda.	Nat.	Pahuanacucho	Bocatoma	Ru	0.08	586971	8576542	18L

Fuente: Elaboración propia (2017), con datos facilitados por Ala Ayacucho.

- **Obras de Almacenamiento**

En el Sector Hidráulico Menor Huanta, cuenta con obras de almacenamiento de tamaños medianos como las represas del Subsector Razuhuillca, las mismas que está en proceso de trabajos de campo, además los subsectores hidráulicos cuentan con pequeños reservorios.

- **Canales de Derivación**

El Sector Hidráulico Menor Huanta, Clase B, se abastece con los canales de derivación en cada Subsector Hidráulicos por los canales de derivación y sus laterales de diferentes órdenes, cuyos caudales fluctúan de 0,002 a 2,50 m3/s.

En todo el ámbito del Sector Hidráulico Menor Huanta, se ha identificado la infraestructura hidráulica en los diferentes subsectores hidráulicos. Donde se tiene 133 canales de derivación, que suman 148,616 km de canales revestidos y 115,771 km de canales de derivación no revestidos haciendo un total de 264,387 km de infraestructura hidráulica de derivación.

- **Canales de Distribución a Nivel de L1**

Los canales de distribución con los que se abastece los subsectores hidráulicos hasta el momento se ha identificado, en total son 610 canales laterales en los diferentes subsectores hidráulicos donde los caudales que conducen y distribución fluctúan de 0,005 m3/s a 0,250 m3/s. de los cuales 69,008 km son revestidos y 273,489 km son no revestidos, haciendo un total de aprox. 342,496 km de canal de distribución.

e. Procesamiento de datos por medio de las herramientas de gestión el S.I.G, con el programa ArcGis 10.3

Sector Hidráulico Menor Huanta, tiene características propias típicas de la sistemas hidráulicos de la sierra del Perú, donde en las partes altas encuentran las fuentes de agua las que son aprovechas para su embalsamiento que luego son aprovechadas en la épocas de ausencia de lluvias, donde el suministro de agua se realiza a través de quebradas naturales que sirven como canales de derivación y luego son captadas a través de infraestructura hidráulica de derivación y conducción algunas veces revestida de concreto y en su mayoría de canales rústicos, ésta forma de aprovechamiento del recurso hídrico dificulta un poco la delimitación y aplicación de los conceptos contemplados en la directivas para este proceso por lo que tomando también en cuenta las organizaciones de usuarios existentes que son las Comisiones de Usuarios de Agua y las formas de reparto del agua se ha propuesto la siguiente conformación de los Subsectores Hidráulicos, se ha conformado 12 Subsectores Hidráulicos, de los cuales 08 Subsectores Hidráulicos están definidos por compartir la misma fuente de agua.

f. Elaboración de planos y mapas temáticos, de la identificación de la infraestructura hidráulica en las cuencas de la provincia de Huanta, Sector Hidráulico Menor Huanta Clase B, Subsectores Hidráulicos , Comisiones de Usuarios, Comités de Usuarios.

- Plano de ubicación administrativa del proyecto.
- Plano de ubicación hidrográfica del proyecto.
- Plano de ubicación política del proyecto.

- Plano de del sector hidráulico menor huanta clase B.
- Plano de obras hidráulicas del sector hidráulico menor huanta clase B.
- Plano de las comisiones del sector hidráulico menor huanta clase B.
- Plano de los comités del sector hidráulico menor huanta clase B.
- Plano de las comisiones del sector hidráulico menor huanta clase B.
- Plano de los subsectores hidráulicos y comisiones de usuarios de agua (15) del sector hidráulico menor huanta clase B.

2.7. ¿Cómo influye el problema de la informalidad en el uso del agua con fines agrarios en la comunidad de Santa Rosa de Ocana?

El problema principal es la falta de gestión de la formalidad en los recursos hídricos según la ley de los recursos hídricos, y la Resolución Jefatural Nº 484-2012-ANA, para ello se realizara los trabajos siguientes:

2.7.1. Conformación Bloque de riego Santa Rosa de Ocana, según R.J Nº 484-2012-ANA, para optar licencia de uso de agua con fines agrarios (productivo)

Para la conformación del bloque de riego "Santa Rosa de Ocana" cuya fuente hídrica serán las agua superficial proviene de dos (03) los manantiales y 01 quebrada: manantiales "Tantarcanchapampa", "Tantarcancharanra" y Meccayrahuaycco"; Quebrada, "Ocana".

- **Oferta Hídrica**

El agua que vienen utilizando los usuarios del bloque "Santa Rosa de Ocana" proviene de los manantiales Tantarcanchapampa, Tantarcancharanr, Meccayrahuaycco y Quebarada Ocana. Para determinar el caudal y el volumen ofertado se ha recurrido a aforos (Enero) y cálculos indirectos hidráulicos e hidrológicos.

La Oferta Hídrica Neta es la disponibilidad al 75% de los caudales mensuales calculados en las 04 fuentes hídricas.

- **Demanda de Agua**

Determinación del Área Bajo Riego

El bloque “Santa Rosa de Ocana” está conformado por 155 predios agrícolas, conducidos por 62 usuarios, y que suman un área de producción de 120 hectáreas declaradas. El agua se utiliza en rotación para un área bajo riego de 90 ha.

El área total para producción del bloque “Santa Rosa de Ocana” es de 120 has. y en rotación el área bajo riego que se utiliza es de 90 hectáreas.
La demanda de agua se determinó por métodos indirectos que relacionan el área bajo riego, una cédula de cultivo representativa y datos climatológicos de la zona o cercana a ella.

Para el cálculo de la demanda se recabó la información meteorológica de la estación más cercana a la zona de estudio, que es la estación “Tambillo” (datos meteorológicos promedio del período 1,992 – 2,012).

- **Coeficientes de uso consuntivo (kc)**

El coeficiente de cultivo (kc) integra el efecto de la evaporación del suelo y transpiración de los cultivos en sus diferentes fases de desarrollo, está influenciado principalmente por el tipo de cultivo y en menor proporción por el clima y evaporación del suelo. El kc para un determinado cultivo varía en función de las etapas fenológicas del mismo.

Para determinar los coeficientes de cultivo se ha considerado las etapas de desarrollo de los cultivos de acuerdo al Estudio de la FAO: Serie Riego y Drenaje N°56, la declaración de los meses de siembra del propietario y el “Manual de uso consultivo del agua para los principales cultivos de los andes Centrales Peruanos” publicado por el MsC. Oscar Baldomero Garay Canales con auspicio del Instituto Geofísico del Perú (IGP), el Proyecto de investigación y extensión agrícola (INCAGRO) y el Instituto nacional de innovación agraria (INIA).

- **Disponibilidad Hídrica a Asignar al Bloque de Riego “Santa Rosa de Ocana”**

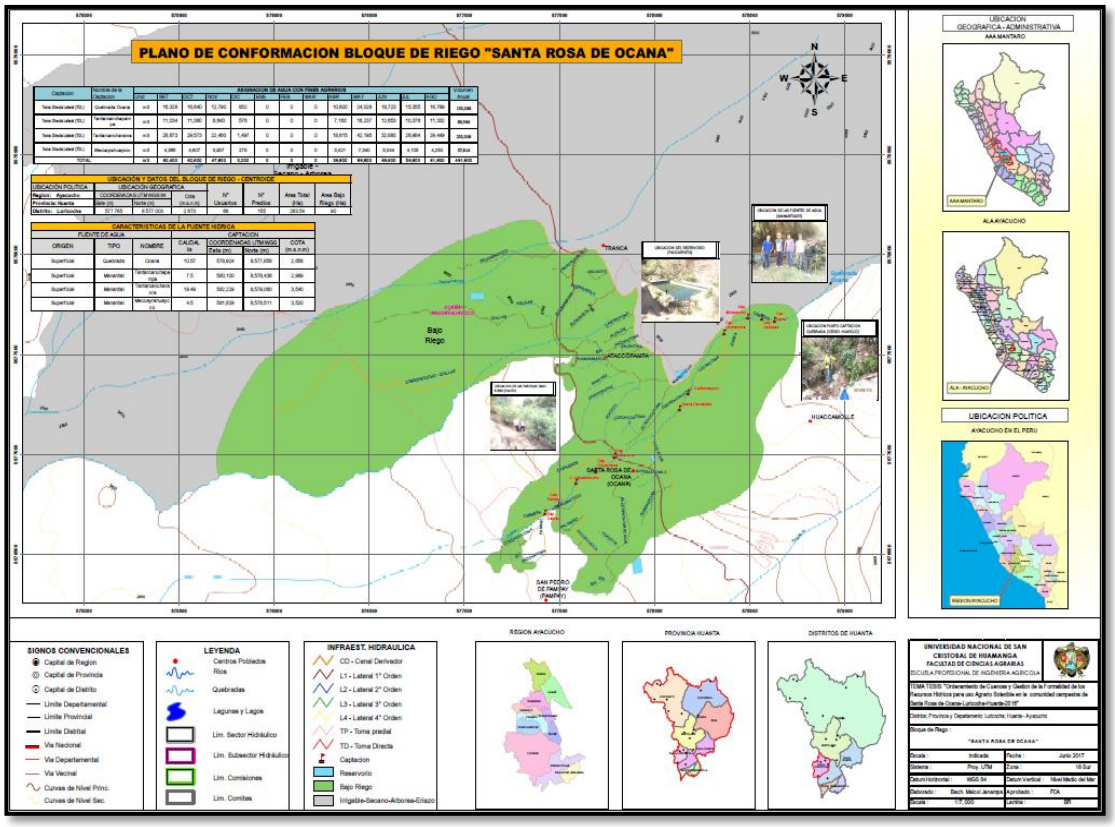
La disponibilidad hídrica se determinó a través del balance hídrico de la oferta, la demanda y la disponibilidad del recurso hídrico para el bloque de riego “Santa Rosa de Ocana”.

- **Elaboración del plano de conformación del bloque de riego**

para este fin se utilizó la herramienta ArcGis 10.3, para su conformación delimitación, se trabajó en coordenadas Universal Transversal Mercator Siglas (UTM), Datum WGS'84 Zona 18s.

- Plano de conformación del bloque de riego "Santa Rosa de Ocana"

Figura 2.34. Plano de conformación del bloque de riego "Santa Rosa de Ocana".



Fuente: Elaboración propia, (2017)

2.7.2. Mecanismos para la formalización de derecho de uso del agua, según R.J Nº 265-2015-ANA y la Ley Nº 30157, Ley de organización de usuarios de agua y su Reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 005-2015-MINAGRI. Para el reconocimiento y adecuación a la ley en mención de la organización: "Comité de Usuarios de Agua Santa Rosa de Ocana".

a) Acta de Aprobación de adecuación en la cual conste:

- Acuerdo de los usuarios de agua de un mismo, manantial, quebrada, pozo, etc, de adecuarse a la Ley 30157, Ley de las organizaciones de usuarios de agua.
- Denominación;
- Aprobación del estatuto con forme Al anexo 2 de la R.J 265-2015-ANA
- Usuarios que conforman el comité de usuarios;

b) Patrimonio del comité de usuarios constituida;

c) Relación del equipo técnico administrativo;

d) Estatuto de acuerdo con los lineamientos establecido por la Autoridad Nacional del Agua, en la R.J N° 265-2015-ANA, Articulo 2°.

e) Plano o esquema de la infraestructura hidráulica de su ámbito.

f) Solicitud del trámite (Cargo).

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1. Ordenamiento de Cuencas y evaluación de los componentes

3.1.1. Trabajos Preliminares

3.1.1.1. Convocatoria a dirigentes de las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA)

Una vez realizado la invitaciones por medio de oficios múltiple, dirigidas a las organizaciones de usuarios de agua existentes, para ello se contó con el apoyo de la oficina del ALA Ayacucho, con la finalidad de plantear la propuesta del ordenamiento de cuenca y gestión de la formalidad en la provincia de Huanta con la participación de comuneros en los trabajos en campo, es decir, del levantamiento topográfico de sus ámbitos y limites territorial de las organizaciones, identificación de las estructuras hidráulicas en su respectivo sector, inventariado de las obras hidráulicas.

El trabajo de tesis inicia con la reunión del día 22/06/2016, convocado con oficio múltiple Nº 056-2016-ANA-AAA X MANTARO-ALA AYACUCHO (Anexo nº 05), donde la reunión se llevó acabo en el auditórium de la Municipalidad Provincial de Huanta, distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho, como muestra la (Figura 4.1). En esta reunión los comuneros y representantes de las organizaciones de cuencas, se comprometen en la participación activa, en los trabajos de campo para ello se coordina la propuesta de la identificación y delimitación de los Sectores Hidráulicos según el ámbito de cada organización de usuarios de agua para mayor facilidad.

Figura 3.1. Vista de la reunión donde se expone la propuesta de ordenamiento, identificación y delimitación de cuencas más los Sectores Hidráulicos según el ámbito de cada organización.

Fuente: Elaboración propia (2016)

3.1.1.2. Trabajo Topográfico

Resultados del Estudio Topográfico:

Esta actividad se ha desarrollado con la participación de los comuneros, autoridades, representantes de cada cuenca, que lo definiremos en adelante subsectores hidráulicos (SSH), una vez realizado los trabajos en campo, es decir, del levantamiento topográfico, georreferenciación se inicia con el procesamiento de datos en gabinete, de cuyo resultado se obtiene el dibujo de los planos presentado en una escala los cuales se detallan en el Anexos de Plano.

3.1.1.3. Descripción del Área en Estudio

La zona del proyecto, se caracteriza por la ocurrencia de altas precipitaciones principalmente entre los meses de diciembre a marzo.

Para la retención y evacuación de las aguas de la precipitación se proyectará obras mecánicas de protección como son los canales de desviación, zanjas de infiltración y sistemas de forestación y reforestación con especies arbóreas del lugar, para evitar que las aguas de escorrentía superficial ingresen las localidades que habitan adyacente a la margen derecha e izquierda del ríos Huanta, como son anexo Uyuvirca, Pampachacra, Chacco alta y baja. Del mismo modo se complementará proyectando estructuras para evitar la inestabilidad de la ladera y taludes mediante obras de andenería y muros de contención.

Todas estas obras planteadas tienen por finalidad de retener y evacuar las aguas provenientes de la escorrentía superficial.

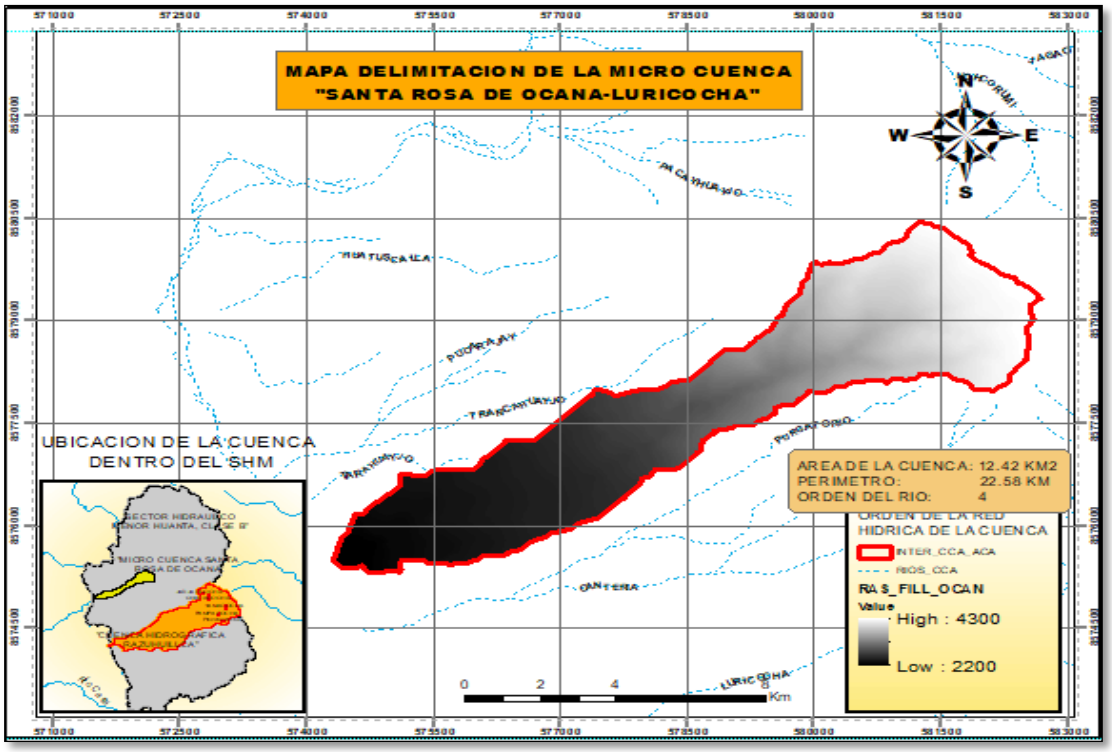
Dentro del área de influencia correspondiente al presente estudio se ha reconocido a la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta, por ser el de mayor importancia de la zona, ya que es aquella que brinda el recurso hídrico para fines poblacionales y productivos, de 25 organizaciones de usuarios, y 2000 propietarios y/o regantes con área bajo riego unos 500 hectáreas según (ALA Ayacucho, 2017), quienes se dedican a la actividad productiva siendo este una de las más grandes organizaciones e importantes de la provincia; en población 93 360 habitantes de los cuales 70,000 (92%) radica en la ciudad Huanta (Censo INEI, 2007) los mismo hacen uso del agua con fines poblacionales administrada por SEDA-AYACUCHO siendo este una de las más grandes organizaciones e importantes de la provincia, los mismos procedimientos y cálculos se empleara en los demás cuencas y micro cuencas que se encuentra dentro del ámbito del Sector Hidráulico Menor Huanta - clase B.

3.1.2. Delimitación de la cuenca

El Modelo Digital de Elevaciones (DEM) (Fig. 3.2) demuestra la singularidad del relieve de la cuenca. Las alturas en el área están comprendidas desde los 2300 msnm (altura mínima), que corresponde a la cota mínima de la cuenca hidrográfica Razuhuillca, y 4700 msnm (altura máxima), correspondiente a la cota en la que nacen los arroyos que conforman la cuenca. La diferencia entre estas dos alturas extremas definen un relieve que sugiere alturas y pendientes significativas favorables a la génesis y activación de procesos erosivos y de transporte de materiales. Se observa

que las alturas mayores se localizan al lado noreste de la cuenca y las menores al suroeste de la misma. El resto del paisaje se presenta debajo de la cota de 4700 msnm. Con la delimitación de la cuenca se calculó que la extensión de la misma es de 8,724 ha, incluyendo arroyos, lagunas y relieves diferentes.

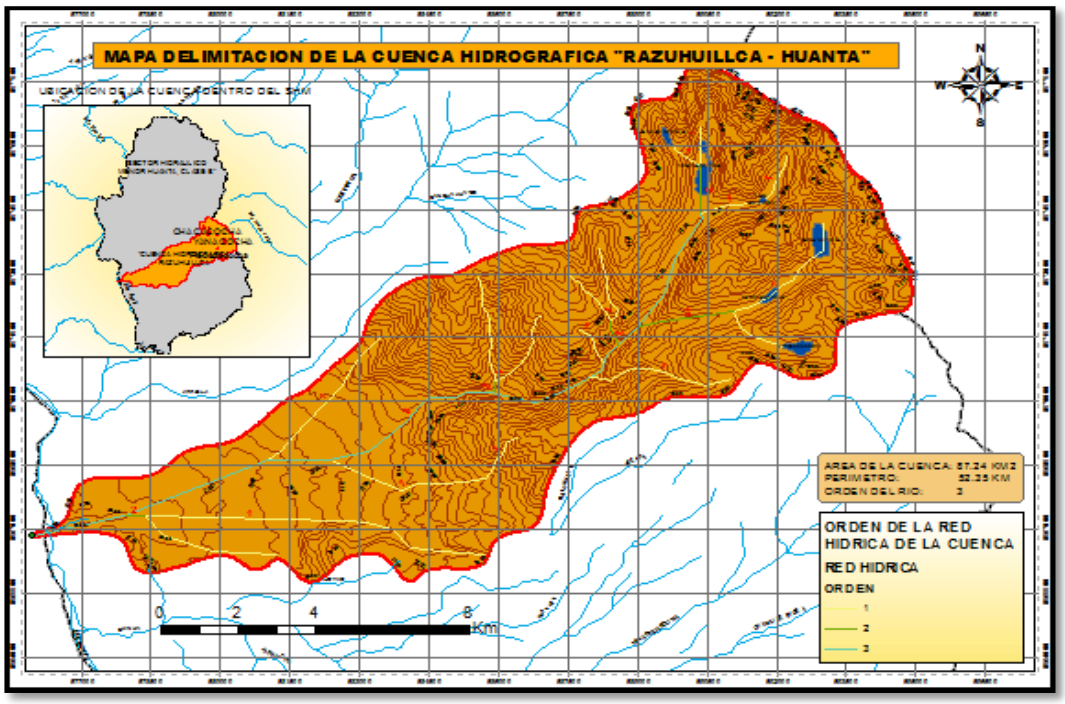
Figura 3.2. Modelo Digital de Elevación (DEM) de la "Micro Cuenca Santa Rosa de Ocana-Luricocha"



Fuente: Elaboración propia (2017)

La aplicación de la herramienta "Spactial Analyst Tools - Hydrology" permitió ver la dirección del flujo (Flow Direction) hasta encausarse en un curso de agua principal y (Fig. 3.2.). Se determinó también la acumulación de flujo (Flow Acumulation), dichos flujo de agua siguieron el comportamiento de la topografía de la zona (Fig. 3.2). Así, estos definen los afluentes de los arroyos y, a partir de aquí, se precisa hacia dónde drenan las aguas, se determinó la longitud de la red hídrica con la herramienta (Flow Leng) obteniendo una longitud del curso más largo 22.82km (Figura 3.3), y el orden de la red hídrica con la herramienta (Stream Order) pertenecen a orden 1, 2 y 3 (Fig. 3.4)

Figura 3.3. Delimitación de la Cuenca Hidrográfica “Razuhuillca – Huanta” con el programa ArcGis 10.3, por ser una cuenca de mayor relevancia de la zona”.



Fuente: Elaboración propia (2017)

Ver el resultado (Anexo 16.1) Mapa de los parámetros Geomorfometricos de la cuenca Razuhuillca - Huanta”.

3.1.3. Parámetros Geomorfológicos de la cuenca hidrográfica “Razuhuillca – Huanta”

3.1.3.1. Índice de compacidad

Para su cálculo se utilizó la fórmula:

$$Kc = P \times (2\sqrt{\pi A})^{-1}$$

$$Kc = 1.58 km x km^{-2}$$

Donde:

Kc: Coeficiente de compacidad

P: Perímetro (km)

A: Área (km^2)

El valor de Kc nos indica que estamos en presencia de una cuenca con una forma ovalada-oblonga a rectangular - oblonga, y al relacionarlo con su tiempo de concentración se puede llegar a la conclusión que el agua dentro de la cuenca escurre por cauces secundarios hasta llegar a uno principal donde su tiempo de concentración aumenta considerablemente. Esta forma significa que retarda la acumulación de las aguas al paso del río por su punto de desagüe. Este índice aumenta con la irregularidad de la forma de la cuenca. (Gaspari, 2000; Viramontes, 2008).

3.1.3.2. Densidad de drenaje

Para su cálculo se utilizó la fórmula:

$$Dd = Ln \times A^{-1}$$

$$\boldsymbol{Dd = 0.57km}$$

Donde:

Dd: Densidad de drenaje

Ln: Sumatoria de las longitudes de todos los cursos de agua que drenan por la cuenca (km).

En la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta la densidad de drenaje es muy baja, determinando que por unidad de superficie hay un número insuficiente de elementos de drenaje, es decir por unidad de superficie hay 0.57 km de cursos de agua.

3.1.3.3. Pendiente media del cauce

Para su cálculo se utilizó la fórmula:

$$J = (H\ máx - H\ mín) \times (1000\ L)^{-1}$$

$$\boldsymbol{J = 7.67}\ \%$$

Donde:

Hmáx: Cota máxima sobre el curso de agua (metros)

Hmín: Cota mínima sobre el curso de agua (metros)

L: Longitud del río más largo (km.)

En la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta la pendiente media del cauce 7.67% indica que el agua que discurre por las quebradas tiene una desnivel de 1.67% en

relación al talud de la cuenca, esto influye en las caídas y nivel de discurrimiento y tiempo de evacuación del agua de las precipitaciones hasta la salida de la cuenca.

3.1.3.4. Tiempo de concentración

Para su cálculo se utilizó la fórmula:

$$Tc = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{25.3\sqrt{LS_o}}$$

$$\boldsymbol{tc = 1.786\ hr}$$

$$\boldsymbol{tc = 2\ hr\ (promedio)}$$

Donde:

tc = Tiempo de concentración (h).
S = Área de la cuenca (km2).
L = Longitud del cauce principal (km).
H = Elevación media de la cuenca (km).
S_0= Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente sobre L, en m/m.

En la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta el tiempo que tarda el agua en discurrir por las quebradas es un promedio de 2 hr, hasta la salida de la cuenca.

Los demás cálculos de los parámetros Geomorfológicos de la cuenca Hidrográfica Razuhuillca-Huanta y la Micro cuenca Santa Rosa de Ocana-Luricocha, se describen en el (Figura 3.4 y 3.5).

Figura 3.4. Parámetros geomorfológicos de la Micro cuenca Santa Rosa de Ocana-Luricocha.

PARAMETROS					UNIDAD	MICRO CUENCA STA. ROSA DE OCANA
AREA DE LA CUENCA					Km^2	12.42
PERIMETRO					Km	22.58
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)			1	1.81
		FACTOR DE FORMA	Longitud (// al curso más largo)		Km	10.70
			Ancho Medio		Km	1.16
			Radio de Circularidad		1	0.31
			Densidad de Drenaje		km	2.33
			Factor de Forma		1	0.11
	RECTANGULO EQUIVALENTE			Lado Mayor	Km	10.06
				Lado Menor	Km	1.23
	Longitud total de los ríos de diferentes grados			Orden 1	Km	13.17
				Orden 2	Km	7.59
				Orden 3	Km	6.37
				Orden 4	Km	1.85
				Orden 5	Km	0.00
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.	2200
	Desnivel total de la Cuenca				Km	2.10
	Altitud de Frecuencia Media				m.s.n.m.	3080.88
	Altitud Media de la Cuenca				m.s.n.m.	3192.70
	Altura Máxima del cauce				m.s.n.m.	4050.00

	Altura más frecuente	m.s.n.m.	2375.04
	Pendiente de la cuenca (sist. del rectángulo equivalente)	%	20.88
PARAMETROS DE LA RED HIDROGRAFICA DE	Tipo de corriente	-	Perenne
	Densidad de drenaje	Km/Km2	2.33
	Pendiente media del río principal	m/m (%)	17.29
	Altura Máxima del cauce	m.s.n.m.	4050
	Altitud Mínima del cauce	m.s.n.m.	2200
	Tiempo de concentración	Hr.	0.99

Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.5. Parámetros Geomorfológicos de la cuenca hidrográfica "Razuhuillca – Huanta".

PARAMETROS				UNIDAD	CUENCA RAZUHUILLCA
AREA DE LA CUENCA				Km^2	87.24
PERIMETRO				Km	52.35
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)		1	1.58
		FACTOR DE FORMA	Longitud (// al curso más largo)	Km	22.82
			Ancho Medio	Km	3.82
			Radio de Circularidad	1	0.40
			Densidad de Drenaje	km	0.57
			Factor de Forma	1	0.17
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km	22.25
			Lado Menor	Km	3.92
	Longitud total de los ríos de diferentes grados		Orden 1	Km	29.93
			Orden 2	Km	5.84
			Orden 3	Km	13.90
			Orden 4	Km	0.00
			Orden 5	Km	0.00

PARAMETROS DE RELIEVE	Curva Hipsométrica	-	✓
	Polígono de Frecuencia	-	✓
	Altitud Máxima de la Cuenca	m.s.n.m.	4700
	Altitud Mínima de la Cuenca	m.s.n.m.	2300
	Desnivel total de la Cuenca	Km	2.40
	Altitud de Frecuencia Media	m.s.n.m.	3580
	Altitud Media de la Cuenca	m.s.n.m.	3510.2
	Altura Máxima del cauce	m.s.n.m.	4050
	Altura más frecuente	m.s.n.m.	4100-4300
	Pendiente de la cuenca (sist. del rectángulo equivalente)	%	10.78
PARAMETROS DE LA RED HIDROGRAFICA DE LA CUENCA	Tipo de corriente	-	Perenne
	Densidad de drenaje	Km/Km2	0.57
	Pendiente media del río principal	m/m (%)	7.67
	Altura Máxima del cauce	m.s.n.m.	4050
	Altitud Mínima del cauce	m.s.n.m.	2300
	Tiempo de concentración	Hr.	2.00

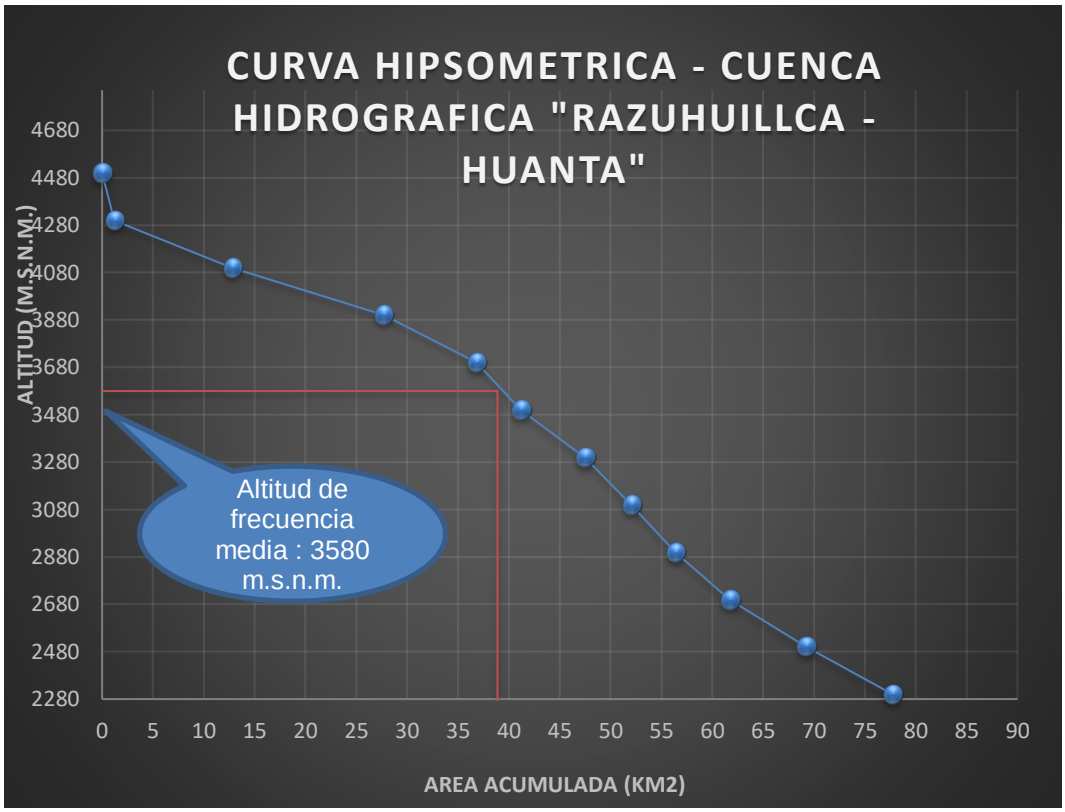
Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.6. Calculo de la curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica “Razuhuillca – Huanta”

Nº	Cota msnm		Area Km2		Area Acumulada	Area que quedan sobre las altitudes (Km2)	Porcentaje del Area	%de Area Acumulada
1	2300	2500	9495586.14	9.50	9.50	77.75	10.88	10.88
2	2500	2700	8506462.59	8.51	18.00	69.24	9.75	20.63
3	2700	2900	7517339.03	7.52	25.52	61.72	8.62	29.25
4	2900	3100	5341267.21	5.34	30.86	56.38	6.12	35.37
5	3100	3300	4352143.65	4.35	35.21	52.03	4.99	40.36
6	3300	3500	4549968.36	4.55	39.76	47.48	5.22	45.58
7	3500	3700	6330390.76	6.33	46.09	41.15	7.26	52.83
8	3700	3900	4352143.65	4.35	50.45	36.80	4.99	57.82
9	3900	4100	9099936.72	9.10	59.55	27.70	10.43	68.25
10	4100	4300	14836853.35	14.84	74.38	12.86	17.01	85.26
11	4300	4500	11671657.97	11.67	86.05	1.19	13.38	98.64
12	4500	4700	1186948.27	1.19	87.24	0.00	1.36	100.00

Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.7: Curva hipsométrica de la cuenca hidrográfica “Razuhuillca – Huanta”



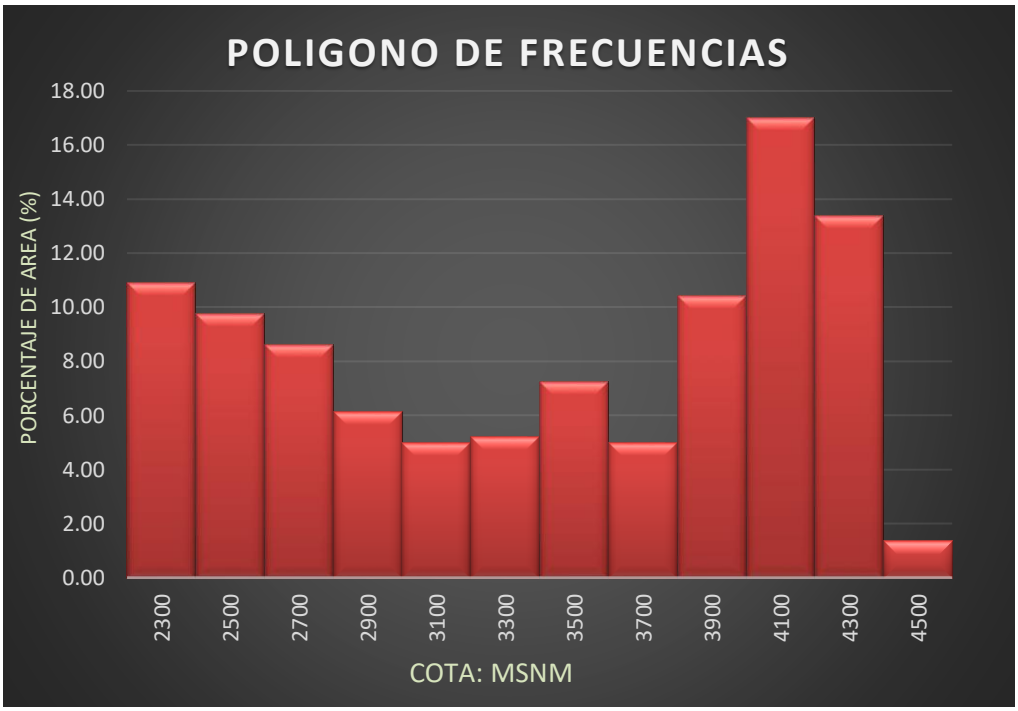
Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.8. Polígono de frecuencia de la cuenca hidrográfica “Razuhuillca – Huanta”

Nº	Cota msnm		Area Km^2	Porcentaje del Area	% de Area Acumulada
1	2300	2500	9.50	10.88	10.88
2	2500	2700	8.51	9.75	20.63
3	2700	2900	7.52	8.62	29.25
4	2900	3100	5.34	6.12	35.37
5	3100	3300	4.35	4.99	40.36
6	3300	3500	4.55	5.22	45.58
7	3500	3700	6.33	7.26	52.83
8	3700	3900	4.35	4.99	57.82
9	3900	4100	9.10	10.43	68.25
10	4100	4300	14.84	17.01	85.26
11	4300	4500	11.67	13.38	98.64
12	4500	4700	1.19	1.36	100.00

Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.9: Polígono de frecuencia de la cuenca hidrográfica “Razuhuillca – Huanta”



Fuente: Elaboración propia (2017)

3.1.4. Parámetros Hidrometeorológico de la cuenca hidrográfica “Razuhuillca – Huanta”

Con el objetivo de estimar las precipitaciones que se presentan en la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta, se realizó el siguiente procedimiento:

3.1.4.1. Calculo de las precipitaciones media de la cuenca de la cuenca hidrográfica “Razuhuillca-Huanta”.

Para este procedimiento se utilizó la información fue suministrada por Municipalidad Provincial de Huanta y la Autoridad Nacional del Agua (ANA), entidad pública que adquirieron los registros de precipitaciones, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) ellos nos proporcionó las coordenadas y datos de las precipitaciones medias mensuales y anuales, desde el año 1964 hasta el 2010 siendo esta la más antigua corresponde a la estación de Quinua, seguidas de Huanta, Luricocha, San Pedro de Cachi, Lircay, San Miguel, Wayllapampa yAcobamba estas

son las estaciones más cercanas que rodean a la cuenca hidrográfica de Razuhuillca-Huanta, luego estos datos fueron ubicados geográficamente junto con la Cuenca de Razuhuillca-Huanta en el software ArcGis 10.3.

Figura 3.10. Ubicación geográfica de las estaciones.

ID	Nombre	X	Y	Elevacion	Precipitacion (Pma)	Temperatura (ºc)	Periodo (años)
1	HUANTA	582766.00	8568424.00	2682.00	391.30	17.40	1967-2010
2	LURICOCHA	583171.00	8582984.00	3790.00	403.43	16.00	1964-1999
3	QUINUA	593002.00	8556993.00	3240.00	710.03	12.60	1964-2010
4	ACOBAMBA	547712.00	8579073.00	3226.00	609.03	11.40	1965-2010
5	LIRCAY	530574.00	8564844.00	3360.00	728.09	12.40	1965-2010
6	WAYLLAPAMPA	584892.00	8554255.00	2470.00	437.42	17.10	1967-2010
7	SAN_PEDRO_DE_CACHI	569476.00	8555558.00	2990.00	504.92	14.30	2004-2010
8	SAN_MIGUEL	501777.00	8560990.00	2720.00	771.50	16.10	1964-1982

Fuente: Elaboración propia, 2017 con datos proporcionados MPH, ANA, de la SENAMHI.

- Estimación de la precipitación media por el Método Polígono Thiessen.

Para su cálculo se usó la siguiente formula:

$$\overline{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Pi}{n}$$

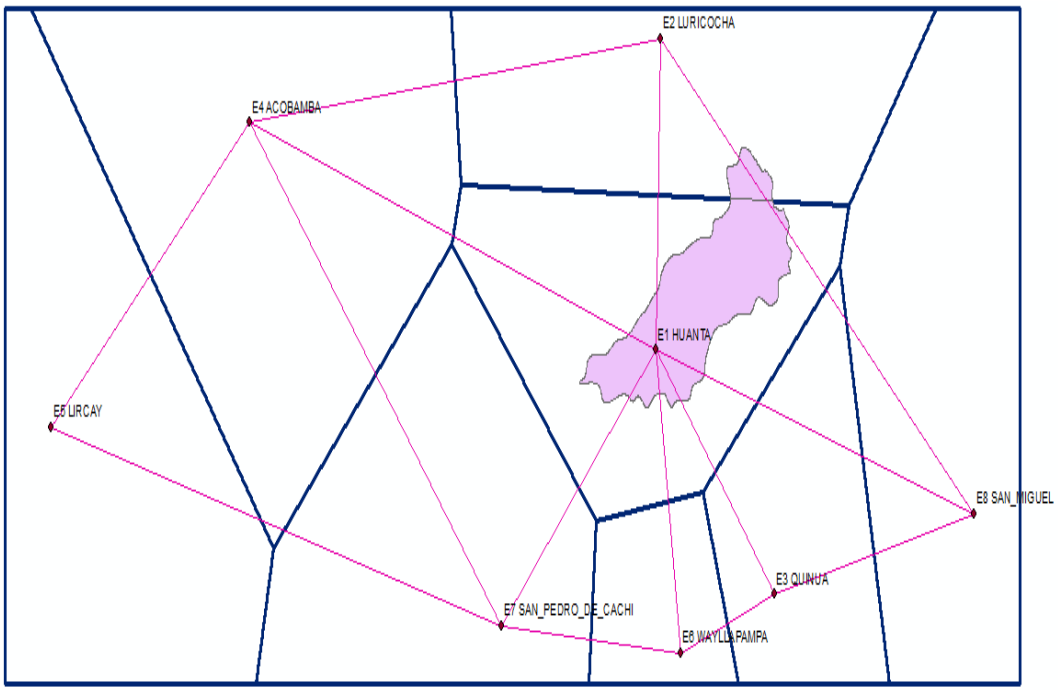
Donde:

P: Precipitación media (promedio) de la cuenca (mm)

Pi: Precipitación puntual en la estación i (mm)

n: número de estaciones dentro del límite de la cuenca.

Figura 3.11. Polígono de Thiessen, dibujado en el programa ArcGis 10.3



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Figura 3.12. Calculo de la precipitación media, por el método de polígono de Thiessen, para la cuenca Razuhuillca-Huanta

N°	ESTACIONES	PRECIPITACION ANUAL OBSERVADA (mm)	AREA DEL POLIGONO (km²)	Pi*Ai
1	HUANTA	391.30	79.81	31230.41877
2	LURICOCHA	403.43	6.68	2694.254406
3	QUINUA	710.03	0.00	0
4	ACOBAMBA	609.03	0.00	0
5	LIRCAY	728.09	0.00	0
6	WAYLLAPAMPA	437.42	0.00	0
7	SAN_PEDRO_DE_CACHI	504.92	0.00	0
8	SAN_MIGUEL	771.50	0.00	0
TOTAL			**86.49**	**33924.67318**

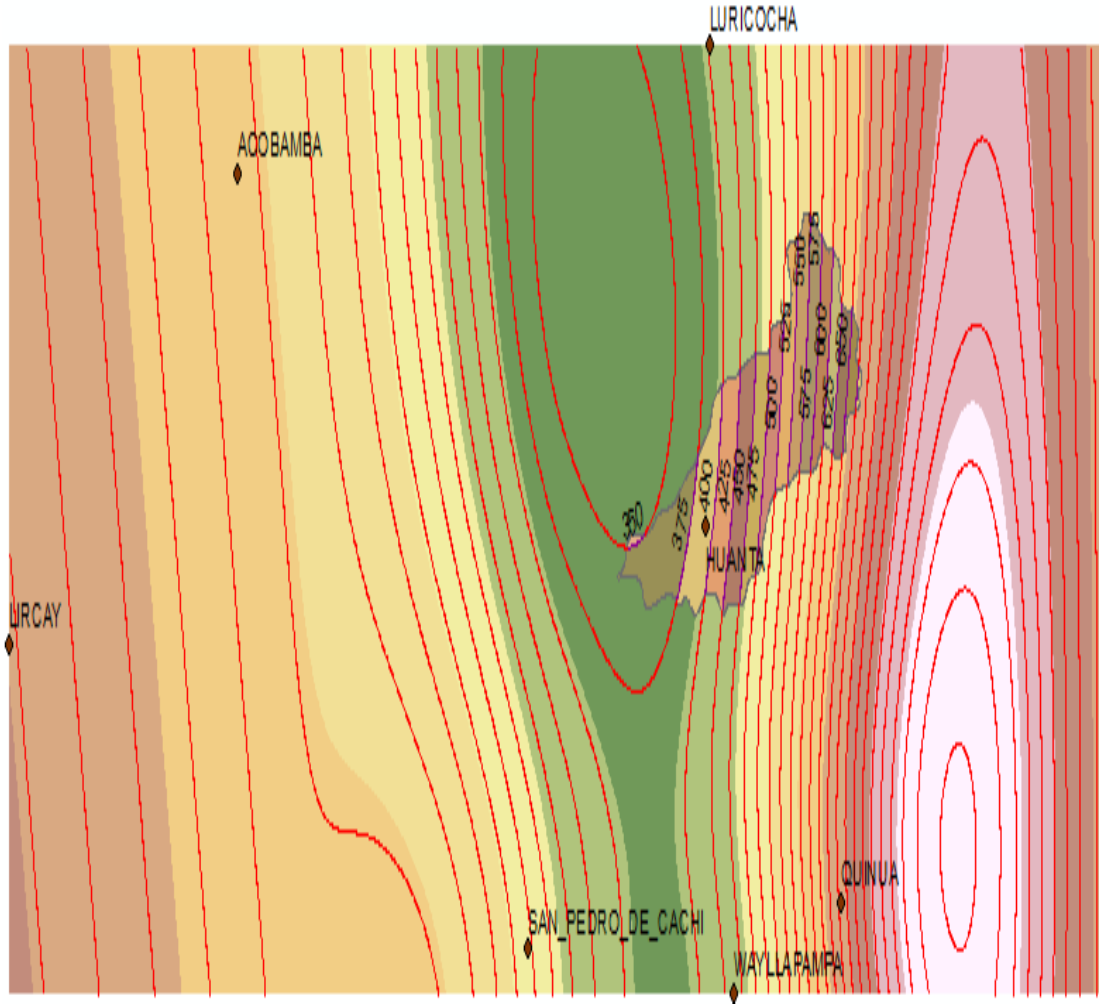
PP MEDIA = **392.24** mm

Fuente: Elaboración propia, 2017

- Estimación de la precipitación media por el Método Isoyetas

Teniendo en cuenta los registros de precipitaciones medias anuales (desde 1964 hasta 2010) y la ubicación geográfica de las estaciones pluviométricas cercanas a la cuenca hidrográfica de Razuhuillca-Huanta, se utilizó el programa ArcGis 10.3 para obtener los isoyetas, posteriormente se determinaron los valores de precipitación en las isolineas establecidas, usando las herramientas Arctoolbox, 3D Analyst Tools, Raster Interpolation, Spline con esta herramienta se dibujara las isolineas a partir de los datos de precipitación de las estaciones, indicadas en la (Figura 3.10)

Figura 3.13. Isoyetas, en programa ArcGis 10.3.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 3.14. Calculo de la precipitación media, por el método de las Isoyetas, para la cuenca Razuhuillca-Huanta

N°	AREA ENTRE ISOYETAS (km²)	ISOYETAS INICIO	ISOYETAS IFIN	PP_MEDIA	PRECIPITACION MEDIA DE LA CUENCA (PM*A)
1	0.33	350	375	362.50	119.63
2	10.98	375	400	387.50	4254.75
3	9.81	400	425	412.50	4046.63
4	8.86	425	450	437.50	3876.25
5	0.26	450	475	462.50	120.25
6	8.52	475	500	487.50	4153.50
7	7.36	500	525	512.50	3772.00
8	5.98	525	550	537.50	3214.25
9	2.04	550	575	562.50	1147.50
10	3.44	575	600	587.50	2021.00
11	4.29	600	625	612.50	2627.63
12	6.04	625	650	637.50	3850.50
13	5.39	650	675	662.50	3570.88
14	6.35	675	700	687.50	4365.63
15	6.83	700	725	712.50	4866.38
TOTAL	86.48				46006.75

PP MEDIA = 531.99 mm

Fuente: Elaboración propia, 2017.

La precipitación media calculada de los dos métodos, resulta Pp=462.115 mm/año

3.1.4.2. Precipitación máxima en 24 Hrs. (mm) de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.

Este cálculo se obtuvo a partir de las precipitaciones máximas de cada estación.

Figura 3.15: Grafica de las precipitaciones máximas para cada año de registro de estaciones.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.1.4.3. Ajuste de los datos de las precipitaciones máximas de la estación Huanta.

Método Gumbel

En esta actividad se presentan los ajustes de los datos de las precipitaciones medias en la cuenca Razuhuillca-Huanta, determinadas a través de la interpolación entre las estaciones seleccionadas dentro del proyecto, a las funciones de probabilidad de distribución de Gumbel:

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 28.46 \qquad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 10.28$$

$$\alpha = \frac{1.2825}{s} = 0.12 \qquad \beta = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 23.84$$

Figura 3.16. Ajuste de datos de precipitación a partir del Método de Gumbel

m	PERIODO (Años)	PPmax.24hr x = (mm)	ORDEN A – Z	WEIBULL F(x)=m/(n+1)	EXPONENCIAL a	EXPONENCIAL y	PROBABIL f(x)	PROB. ABS |f(x) - F(x)|
1	2000	23.0	20.00	0.083	1.613	-0.478	0.20	0.12
2	2001	29.7	20.50	0.167	1.516	-0.416	0.22	0.05
3	2002	23.8	21.30	0.250	1.372	-0.316	0.25	0.00
4	2003	40.7	22.60	0.333	1.167	-0.154	0.31	0.02
5	2004	28.0	23.00	0.417	1.110	-0.104	0.33	0.09
6	2005	53.6	23.80	0.500	1.004	-0.004	0.37	0.13
7	2006	20.0	28.00	0.583	0.595	0.519	0.55	0.03
8	2007	22.6	29.70	0.667	0.481	0.731	0.62	0.05
9	2008	20.5	29.90	0.750	0.469	0.756	0.63	0.12
10	2009	29.9	40.70	0.833	0.122	2.103	0.89	0.05
11	2010	21.3	53.60	0.917	0.024	3.712	0.98	0.06

n= 11

PROMEDIO	$\bar{X}$	28.464	28.46		Δ max =	0.134
DESV. EST.	Sx	10.285	10.28	Prueba de bondad Kolmogorov-Smirnov (KS)	Δo =	0.392
					Δo>Δ max	OK
$f(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$	e =	2.72		EULERIANO		
$f(x) = e^{-a}$	α =	0.12		PARAMETRO		
$a = e^{-y}$						
$y = \alpha(x - \beta)$	β =	23.84		PARAMETRO		

POR METODO DE MOMENTOS:

$$\alpha = \frac{1.2825}{S_x}$$

$$\beta = \bar{X} - 0.45\, S_x$$

Fuente: Elaboración propia, 2017

3.1.4.4. Frecuencia de distribución (y), para distintos periodos de retorno (años) de las Precipitaciones máximas de 24 Horas (x).

Figura 3.17. Frecuencia de distribución, para diferentes periodos de retorno de las precipitaciones máximas.

	D.L.	PPmax
TR	y	x
2	0.367	26.775
5	1.500	35.864
10	2.250	41.882
20	2.970	47.654
25	3.199	49.485
50	3.902	55.126
100	4.600	60.725
140	4.938	63.435
200	5.296	66.304
500	6.214	73.664
1000	6.907	79.226

$$y = -\ln\left[\ln\left(\frac{T_R}{T_R - 1}\right)\right]$$

$$x = \frac{y + \alpha\beta}{\alpha}$$

$$\alpha = \frac{1.2825}{S_x} = 0.12470$$

$$\beta = \overline{X} - 0.45 S_x = 23.83558$$

Fuente: Elaboración propia, 2017

3.1.4.5. Calibración de la ecuación que relaciona la Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF).

Con el ajuste de datos realizado anteriormente, se procede a realizar la calibración de la ecuación de intensidad (I), vez halladas se puede determinar la Intensidad de lluvia a partir de la ecuación (I), luego se procede a construir las curvas de Intensidad Duración Frecuencia para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 140, 200, 500, 1000 años con la cual se determinan los caudales máximos de escorrentía y se realiza el estudio hidrológico de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.

Ecuación De Intensidad Equivalente:

- **Ecuación de intensidad máxima (I=mm/hr), metodología de Dyck Peschke (Puelles, 2015):**

$$P_d = P_{24h}\left(\frac{d}{1440}\right)^{0.25}$$

Donde:

Pd: Precipitación máxima de duración (D), en intervalo de 5<D<1440, minutos (mm)

D: Duraciòn (minutos)

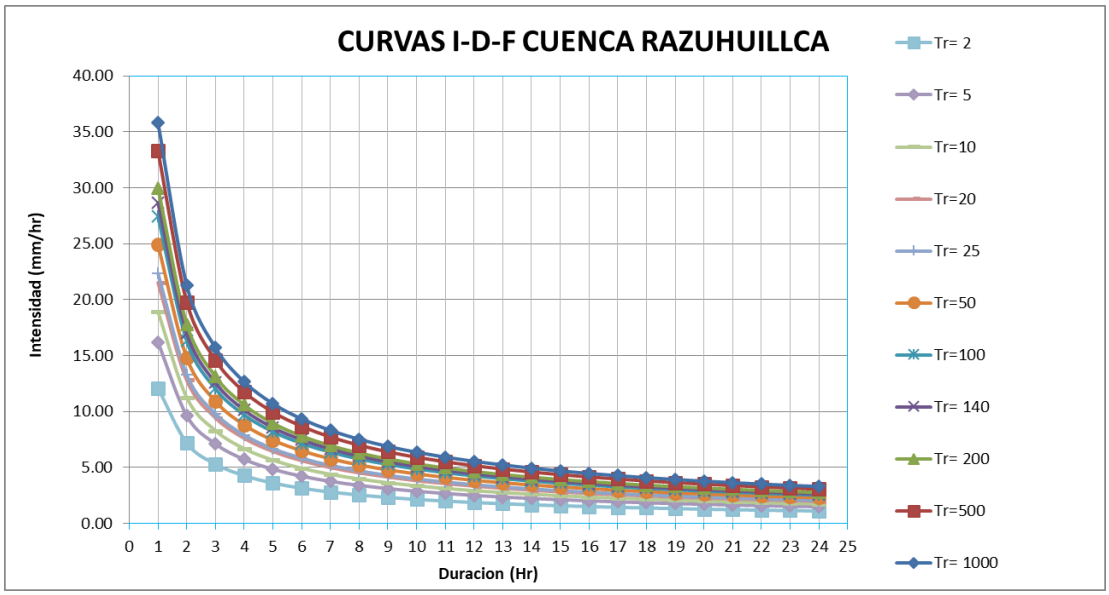
P24h: Precipitación máxima en 24 horas (mm)

Figura 3.18. Intensidad – Duración – Fecuencia (IDF).

T (Años)	1000	500	200	140	100	50	25	20	10	5	2	Duracion (hr)
Pmax 24 horas	79.23	73.66	66.30	63.43	60.72	55.13	49.48	47.65	41.88	35.86	26.77	
PRECIPITACION (mm/Hr)	35.79	33.28	29.96	28.66	27.44	24.91	22.36	21.53	18.92	16.20	12.10	1
	21.28	19.79	17.81	17.04	16.31	14.81	13.29	12.80	11.25	9.63	7.19	2
	15.70	14.60	13.14	12.57	12.04	10.93	9.81	9.44	8.30	7.11	5.31	3
	12.66	11.77	10.59	10.13	9.70	8.81	7.90	7.61	6.69	5.73	4.28	4
	10.70	9.95	8.96	8.57	8.21	7.45	6.69	6.44	5.66	4.85	3.62	5
	9.34	8.68	7.81	7.48	7.16	6.50	5.83	5.62	4.94	4.23	3.16	6
	8.32	7.73	6.96	6.66	6.38	5.79	5.20	5.00	4.40	3.77	2.81	7
	7.52	7.00	6.30	6.02	5.77	5.24	4.70	4.53	3.98	3.41	2.54	8
	6.89	6.40	5.76	5.52	5.28	4.79	4.30	4.14	3.64	3.12	2.33	9
	6.37	5.92	5.33	5.10	4.88	4.43	3.98	3.83	3.36	2.88	2.15	10
	5.93	5.51	4.96	4.74	4.54	4.12	3.70	3.56	3.13	2.68	2.00	11
	5.55	5.16	4.65	4.45	4.26	3.86	3.47	3.34	2.93	2.51	1.88	12
	5.23	4.86	4.38	4.19	4.01	3.64	3.27	3.14	2.76	2.37	1.77	13
	4.95	4.60	4.14	3.96	3.79	3.44	3.09	2.97	2.61	2.24	1.67	14
	4.70	4.37	3.93	3.76	3.60	3.27	2.93	2.82	2.48	2.13	1.59	15
	4.47	4.16	3.74	3.58	3.43	3.11	2.79	2.69	2.37	2.03	1.51	16
	4.28	3.98	3.58	3.42	3.28	2.97	2.67	2.57	2.26	1.94	1.44	17
	4.10	3.81	3.43	3.28	3.14	2.85	2.56	2.46	2.17	1.85	1.38	18
	3.93	3.66	3.29	3.15	3.01	2.74	2.46	2.37	2.08	1.78	1.33	19
	3.78	3.52	3.17	3.03	2.90	2.63	2.36	2.28	2.00	1.71	1.28	20
	3.65	3.39	3.05	2.92	2.80	2.54	2.28	2.19	1.93	1.65	1.23	21
	3.52	3.28	2.95	2.82	2.70	2.45	2.20	2.12	1.86	1.60	1.19	22
	3.41	3.17	2.85	2.73	2.61	2.37	2.13	2.05	1.80	1.54	1.15	23
	3.30	3.07	2.76	2.64	2.53	2.30	2.06	1.99	1.75	1.49	1.12	24

Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 3.19. IDF Precipitaciones máximas para cada año de registro de estación Huanta.



Fuente: Elaboración propia, 2017

La precipitación máxima para periodo retorno 50 años, tiempo concentración 2 horas se tiene I=14.80 mm/hr

- **Ecuación de intensidad máxima, método IILA SENAMHI - UNI:**

$$i_{(T,TR)} = a(T+b)^{c-1}(1+k\log T_R)$$

Donde:

i = Intensidad de lluvia (mm/hr)

a= Parámetro de intensidad (mm)

K= Parámetro de frecuencia (adimensional)

b= Parámetro (hora)

c= Parámetro de duración (duración)

T= Duración (hora)

T_R = Tiempo retorno

Los valores de a, b, c, k se obtienen a partir de las tablas del (anexo nº 04), es tos son:

	ITEM		VALOR	UNID
Parámetro intensidad (mm)	a	=	12.10	Adim.
Parámetro (hora) (sierra)	b	=	0.400	hr.
Parámetro duración (adimensional)	n	=	0.242	Adim.
Parámetro frecuencia (adimensional)	k	=	0.553	Adim.

Figura 3.20. Cálculos de Intensidades máximas para diferentes periodos de retorno

INTENSIDADES MAXIMAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO											
T	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
(min)	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**140**	**200**	**500**	**1000**
10	21.71	25.80	28.90	32.00	33.00	36.10	39.19	40.70	42.29	46.39	49.49
20	17.86	21.22	23.77	26.32	27.14	29.69	32.24	33.47	34.78	38.15	40.70
30	15.29	18.17	20.35	22.54	23.24	25.42	27.60	28.66	29.78	32.67	34.85
40	13.44	15.98	17.89	19.81	20.43	22.35	24.27	25.20	26.18	28.72	30.64
50	12.04	14.31	16.03	17.75	18.30	20.02	21.74	22.57	23.46	25.73	27.45
60	10.94	13.00	14.56	16.12	16.62	18.19	19.75	20.50	21.31	23.37	24.93
70	10.04	11.94	13.37	14.80	15.27	16.70	18.13	18.83	19.57	21.46	22.89
80	9.30	11.06	12.38	13.71	14.14	15.47	16.79	17.44	18.12	19.88	21.20
90	8.68	10.31	11.55	12.79	13.19	14.43	15.67	16.27	16.90	18.54	19.78
100	8.14	9.68	10.84	12.00	12.37	13.54	14.70	15.26	15.86	17.40	18.56
110	7.68	9.12	10.22	11.32	11.67	12.76	13.86	14.39	14.95	16.40	17.50
120	7.27	8.64	9.68	10.71	11.05	12.09	13.12	13.63	14.16	15.53	16.57
130	6.91	8.21	9.20	10.18	10.50	11.49	12.47	12.95	13.46	14.76	15.75
140	6.59	7.83	8.77	9.71	10.01	10.95	11.89	12.35	12.83	14.07	15.01
150	6.30	7.49	8.38	9.28	9.57	10.47	11.37	11.81	12.27	13.46	14.36
160	6.04	7.17	8.04	8.90	9.18	10.04	10.90	11.32	11.76	12.90	13.76
170	5.80	6.89	7.72	8.55	8.81	9.64	10.47	10.87	11.30	12.39	13.22
180	5.58	6.64	7.43	8.23	8.48	9.28	10.08	10.46	10.87	11.93	12.72
190	5.38	6.40	7.17	7.94	8.18	8.95	9.72	10.09	10.49	11.50	12.27
200	5.20	6.18	6.92	7.67	7.90	8.65	9.39	9.75	10.13	11.11	11.85
210	5.03	5.98	6.70	7.42	7.65	8.36	9.08	9.43	9.80	10.75	11.47
220	4.87	5.79	6.49	7.18	7.41	8.10	8.80	9.14	9.49	10.41	11.11
230	4.73	5.62	6.29	6.97	7.19	7.86	8.54	8.86	9.21	10.10	10.78
240	4.59	5.46	6.11	6.77	6.98	7.63	8.29	8.61	8.94	9.81	10.47
250	4.46	5.31	5.94	6.58	6.78	7.42	8.06	8.37	8.70	9.54	10.17
260	4.34	5.16	5.78	6.40	6.60	7.22	7.84	8.14	8.46	9.28	9.90
270	4.23	5.03	5.63	6.24	6.43	7.04	7.64	7.93	8.24	9.04	9.65
280	4.13	4.90	5.49	6.08	6.27	6.86	7.45	7.73	8.04	8.82	9.40
290	4.03	4.78	5.36	5.93	6.12	6.69	7.27	7.55	7.84	8.60	9.18
300	3.93	4.67	5.23	5.79	5.98	6.54	7.10	7.37	7.66	8.40	8.96
310	3.84	4.57	5.11	5.66	5.84	6.39	6.94	7.20	7.48	8.21	8.76
320	3.76	4.47	5.00	5.54	5.71	6.25	6.78	7.04	7.32	8.03	8.56
330	3.68	4.37	4.89	5.42	5.59	6.11	6.64	6.89	7.16	7.85	8.38
340	3.60	4.28	4.79	5.31	5.47	5.98	6.50	6.75	7.01	7.69	8.20

Fuente: Elaboración propia, 2017

Luego se ajusta la intensidad obtenida por la ecuación de Talbot:

$$I_{max} = \frac{a}{b+T}$$

Donde:

I= Intensidad (mm/hr)

a y b= parámetros adimensionales

T= Duración precipitación (min)

A, b, c=Parámetros ajuste

Para determinar los valores de a, b se aplicara la regresión por aproximaciones según la fórmula de regresión:

$$b_1 = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a_1 = \overline{Y} - b_1 \overline{X}$$

$$a = \frac{1}{b_1}$$

$$b = \frac{a_1}{b_1}$$

Donde:

a1= intersección del eje

b1= pendiente de la recta

Figura 3.21. Cálculos de los valores (a, b) de la ecuación de Talbolt, mediante la regresión por aproximaciones.

TIEMPO DE RETORNO =				**50**
n=18	**X = T**	**Y = 1/i**	**XY**	**X2**
1	10	0.028	0.277	100
2	20	0.034	0.674	400
3	30	0.039	1.180	900
4	40	0.045	1.790	1600
5	50	0.050	2.498	2500
6	60	0.055	3.299	3600
7	70	0.060	4.192	4900
8	80	0.065	5.172	6400
9	90	0.069	6.238	8100
10	100	0.074	7.387	10000
11	110	0.078	8.618	12100

12	120	0.083	9.929	14400
13	130	0.087	11.318	16900
14	140	0.091	12.784	19600
15	150	0.096	14.325	22500
16	160	0.100	15.942	25600
17	170	0.104	17.631	28900
18	180	0.108	19.393	32400
19	190	0.112	21.227	36100
20	200	0.116	23.131	40000
21	210	0.120	25.105	44100
22	220	0.123	27.148	48400
23	230	0.127	29.260	52900
24	240	0.131	31.439	57600
25	250	0.135	33.685	62500
26	260	0.138	35.997	67600
27	270	0.142	38.375	72900
28	280	0.146	40.818	78400
29	290	0.149	43.326	84100
30	300	0.153	45.898	90000
31	310	0.157	48.533	96100
32	320	0.160	51.232	102400
33	330	0.164	53.993	108900
34	340	0.167	56.816	115600
∑ =	5950	3.504	748.632	1368500
Ū =	175	0.103	22.019	40250

a1 =	0.0306	**a =**	**2415.11**
b1 =	0.0004	**b =**	**73.870**

Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 3.22. Cálculos de Intensidades máximas ajustadas

INTENSIDADES MAXIMAS AJUSTADA											
T	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR
(min)	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**140**	**200**	**500**	**1000**
10	18.210	21.646	23.057	25.529	26.324	28.796	31.267	32.467	33.739	37.006	39.478
20	16.107	19.145	20.601	22.809	23.520	25.728	27.936	29.008	30.145	33.064	35.272
30	14.439	17.163	18.617	20.613	21.256	23.251	25.247	26.216	27.243	29.881	31.876
40	13.084	15.553	16.982	18.803	19.389	21.209	23.030	23.913	24.850	27.257	29.077
50	11.962	14.219	15.612	17.285	17.824	19.497	21.171	21.983	22.844	25.056	26.730
60	11.017	13.095	14.445	15.994	16.492	18.041	19.589	20.341	21.138	23.184	24.733
70	10.210	12.136	13.441	14.882	15.346	16.787	18.228	18.927	19.668	21.573	23.014
80	9.514	11.308	12.568	13.915	14.349	15.696	17.043	17.697	18.390	20.171	21.518
90	8.906	10.586	11.801	13.066	13.473	14.738	16.003	16.617	17.268	18.940	20.205
100	8.371	9.951	11.122	12.314	12.698	13.890	15.082	15.661	16.275	17.851	19.043
110	7.897	9.387	10.517	11.645	12.007	13.135	14.262	14.809	15.390	16.880	18.007
120	7.474	8.884	9.975	11.044	11.388	12.457	13.527	14.046	14.596	16.009	17.078
130	7.094	8.432	9.485	10.502	10.830	11.846	12.863	13.357	13.880	15.224	16.241
140	6.750	8.024	9.042	10.011	10.323	11.292	12.262	12.732	13.231	14.512	15.481
150	6.439	7.653	8.638	9.564	9.862	10.788	11.714	12.163	12.640	13.864	14.790
160	6.155	7.316	8.269	9.155	9.440	10.327	11.213	11.643	12.099	13.271	14.157
170	5.894	7.006	7.930	8.780	9.053	9.903	10.753	11.166	11.603	12.727	13.577
180	5.655	6.722	7.617	8.434	8.697	9.513	10.330	10.726	11.146	12.226	13.042
190	5.435	6.460	7.329	8.114	8.367	9.153	9.938	10.320	10.724	11.762	12.548
200	5.231	6.218	7.061	7.818	8.062	8.818	9.575	9.943	10.332	11.333	12.090
210	5.042	5.993	6.812	7.542	7.778	8.508	9.238	9.592	9.968	10.934	11.664
220	4.866	5.784	6.580	7.286	7.513	8.218	8.924	9.266	9.629	10.561	11.267
230	4.702	5.589	6.364	7.046	7.266	7.948	8.630	8.961	9.312	10.214	10.896
240	4.549	5.407	6.161	6.822	7.034	7.695	8.355	8.676	9.015	9.888	10.549
250	4.405	5.236	5.971	6.611	6.817	7.457	8.097	8.408	8.737	9.583	10.223
260	4.270	5.076	5.792	6.413	6.613	7.234	7.855	8.156	8.475	9.296	9.917
270	4.143	4.925	5.624	6.226	6.421	7.023	7.626	7.919	8.229	9.026	9.629
280	4.024	4.783	5.465	6.050	6.239	6.825	7.411	7.695	7.996	8.771	9.357
290	3.911	4.649	5.315	5.884	6.068	6.637	7.207	7.483	7.777	8.530	9.099
300	3.804	4.522	5.172	5.727	5.905	6.460	7.014	7.283	7.569	8.302	8.856
310	3.703	4.402	5.038	5.578	5.751	6.291	6.831	7.094	7.371	8.085	8.625
320	3.607	4.288	4.910	5.436	5.605	6.132	6.658	6.913	7.184	7.880	8.406
330	3.516	4.180	4.788	5.301	5.467	5.980	6.493	6.742	7.006	7.685	8.198
340	3.430	4.077	4.672	5.173	5.335	5.835	6.336	6.579	6.837	7.499	8.000

Fuente: Elaboración propia, 2017

La precipitación máxima promedio de los dos métodos para periodo retorno 50 años, tiempo concentración 2 horas se tiene I=13.633 mm/hr

3.1.4.6. Caudal de Diseño

- **Método Racional**

Los flujos máximos debidos a tormentas descendiendo desde las laderas adyacentes fueron calculados utilizando el método racional, puesto que la zona en tratamiento es una cuenca rural pequeña y debido a la simplicidad y a la fácil preparación de la información requerida para su aplicación, como se indica a continuación:

El concepto básico del Método Racional, asume que el máximo porcentaje de escurrimiento de una cuenca pequeña ocurre cuando la intensidad de tal cuenca está contribuyendo el escurrimiento y que el citado porcentaje de escurrimiento es igual a un porcentaje de la intensidad de lluvia promedio. Lo anterior, en forma de ecuación resulta:

$$Q_{\max} = \frac{CIA}{3.6} \quad (m^3/s)$$

DONDE:

Q = Caudal (m3/s) para cuencas pequeñas en la sección del estudio

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad (mm/hr) de la precipitación pluvial máxima correspondiente a un Tc y Tr

Ac = Area de la cuenca en (km2)

Estimación de coeficientes de escorrentía (C).

El coeficiente de escorrentía (C) es la variable del Método Racional es menos susceptible a una precisa determinación y requiere en consecuencia criterio y entendimiento ingenieril. Su uso en la fórmula implica un valor fijo para una superficie determinada. El coeficiente de escorrentía representa los efectos integrados de infiltración, almacenamiento por detención y retención, evaporación, tránsito del flujo e intercepción, los cuales afectan el tiempo de distribución y el valor del escurrimiento.

Frecuentemente es conveniente desarrollar un (C) compuesto basado en porcentajes de diferentes tipos de superficie en el área de drenaje.

Para su cálculo se usó la fórmula:

$$C = \frac{\sum CiAi}{\sum Ai}$$

Donde:

Ci = Coeficiente de Escurrimiento para el área Ai.

Ai = Área del sector específico de la cuenca.

Para calcular el valor de (c), se obtuvo a partir de los datos obtenidos del Mapa CUMS, previamente elaborado por el programa Arcgis 10.3, con el uso de la (Tabla 2.2 y 2.3), se determinó los valores de C.

Resultados del cálculo:

$$\boxed{\overline{C} = \frac{C_1A_1 + \ldots + C_nA_n}{A_1 + \ldots + A_n}}$$

Figura 3.23. Calculo de factor "C" ponderado según CUMS.

CUMS	Pendiente (%)	Área (ha)	Periodo retorno 50 años	C	C_n x A_n	"C" Ponderado
Agricultura con cultivos anuales	< 12	2766.63	50	0.51	1410.98	**0.498**
Agricultura con cultivos permanentes	12 - 25	1647.14	50	0.51	840.04	
Pastoreo, ganadería extensiva	25 - 40	2778.87	50	0.49	1361.64	
Agroforesteria	40 - 50	1020.01	50	0.48	489.60	
Silvicultura	50 - 60	345.57	50	0.48	165.87	
Bosque de protección	> 60	90.05	50	0.48	43.22	
		8648.27			4311.35	

Fuente: Elaboración propia (2017)

Calculando el factor "c" ponderado resulta C=0.498, para efectos de cálculo se tomara valor de C= 0.50.

Para los valores de Intensidad de la lluvia (I), I = Intensidad (mm/hr) I=12.457 mm/hr de la precipitación pluvial máxima (ver figura 3.21).

Calculo del Caudal Máximo (Qmax=m3/s), por método Racional, Hoja calculo Excel corresponde:

$$Q_{max} = \frac{CIA}{3.6} \quad (m^3/s)$$

DONDE:

Q = Caudal (m3/s) para cuencas pequeñas en la sección del estudio

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad (mm/hr) de la precipitación pluvial máxima correspondiente a un Tc y Tr

A = Area de la cuenca en (km2)

C =	**0.50**	Adim
I =	**12.5**	mm/hr
Ac =	**87.2**	Km2

INTENSIDAD MAXIMA		
Tc =	2	hr
TR =	50	años
I max =	12.46	mm/hr

Q max =	**150.94**	m3/s

Se determinó un caudal máximo Qmax= 150.94 m3/s

- **Hidrógrama unitario triangular**

  Se usara la siguiente formula:

$$Q_p = \frac{0.208 * hpe * A}{T_p}$$

Donde:

Qp: Caudal Pico (m3/s)

Hpe: Altura de precipitación en exceso (mm)

A: Área de la cuenca (km2)

Tp: Tiempo pico (hr)

Cálculo de valor CN (Curva Numero)

Figura 3.24. Calculo del valor ponderado del CN, datos extraídos de la tabla del (Anexo 06)

CUMS	Pendiente (%)	Área (ha)	Periodo retorno 50 años	CN	C_n x A_n	"CN" Ponderado
Agricultura con cultivos anuales	< 12	2766.63	50	88	243463.44	
Agricultura con cultivos permanentes	12 - 25	1647.14	50	88	144948.32	
Pastoreo, ganadería extensiva	25 - 40	2778.87	50	86	238982.82	
Agroforesteria	40 - 50	1020.01	50	86	87720.86	**87**
Silvicultura	50 - 60	345.57	50	77	26608.89	
Bosque de protección	> 60	90.05	50	77	6933.85	
		8648.27			748658.18	

Fuente: Elaboración propia (2017)

Calculo de la altura de pp en exceso (hpe)

$$hpe = Q = \frac{\left[NC\ (P_{max} + 50.8) - 5080\right]^2}{NC\left[NC\ (P_{max} - 203.2) + 20320\right]}$$

DONDE:

hpe = altura de precipitación en exceso o escorrentía directa (mm)

NC = número de curva (según tabla propuesto)

Pmax = precipitación máxima de la tormenta para un periodo de retorno

Datos:

	NC =	**87**	Adim
Precipitación máxima para Tr=50 años	Pmax =	**55.13**	mm

Reemplazando valores en la fórmula:

Precipitación en exceso para Tr=50 años	hpe =	**26.43**	mm

Calculo del tiempo pico (Tp)

$$T_P = \sqrt{T_C} + 0.6T_C$$

Tp =	**2.347**	hr

Calculo del caudal pico (Qp)

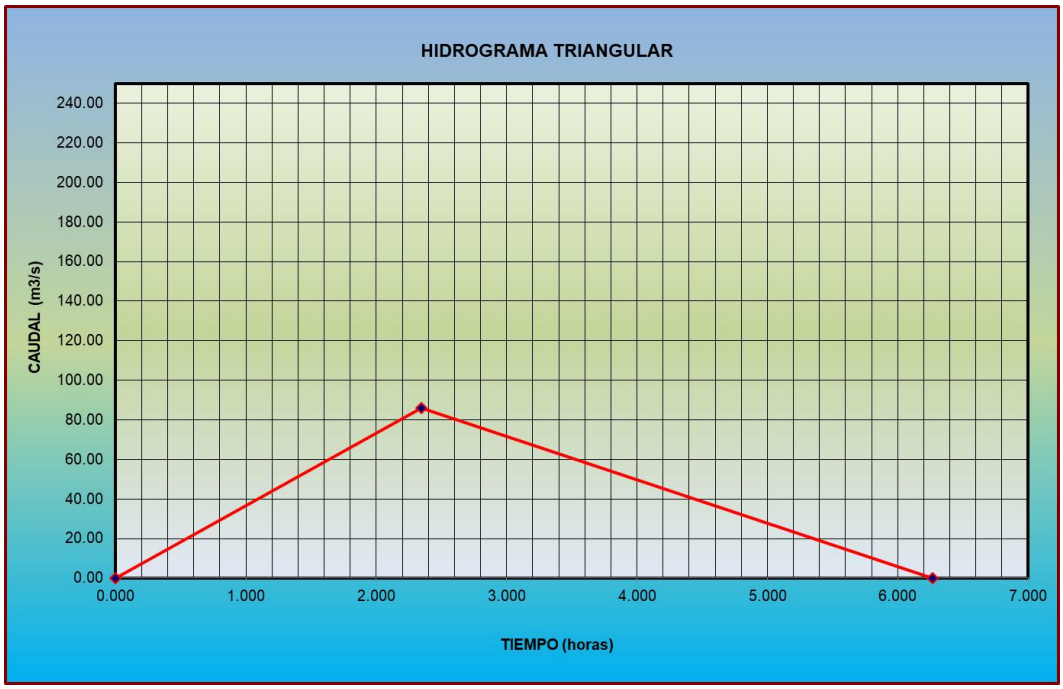
Altura de precipitación en exceso:	hpe =	**26.43**	mm
Área de la cuenca:	A =	**87.24**	Km2
Tiempo pico:	Tp =	**2.347**	hr

$$Q_p = \frac{0.208 * hpe * A}{T_p}$$

Qp =	**85.84**	m3/s

Se determinó un caudal máximo (pico) Qpico= 85.84 m3/s.

Figura 3.25. Calculo de la hidrógrama unitaria triangular.



Fuente: Elaboración propia (2017)

- **Hidrógrama unitario adimensional**

Se usara la siguiente formula:

$$Q = \left(\frac{Q}{Q_P}\right) * Q_P$$

Donde:

Q: Caudal maximo (m3/s)

Qp: Caudal pico (m3/s)

DATOS	
Qp =	**85.84**
Tp =	**2.34**

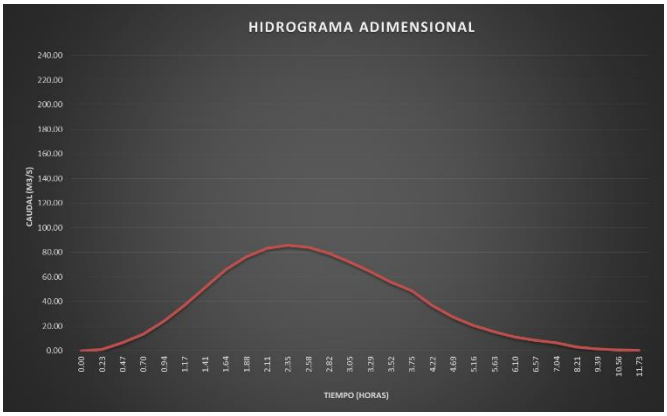
Figura 3.26. Calculo de la hidrógrama adimensional.

HIDROGRAMA	
T (hr)	**Q(m3/s)**
0.00	0.00
0.23	1.29
0.47	6.44
0.70	13.73
0.94	24.04
1.17	36.91

1.41	51.50
1.64	66.10
1.88	76.40
2.11	83.27
2.35	85.84
2.58	84.12
2.82	78.97
3.05	72.11
3.29	64.38
3.52	55.80
3.75	48.93
4.22	36.91
4.69	27.47
5.16	20.60
5.63	15.45
6.10	11.16
6.57	8.41
7.04	6.44
8.21	3.09
9.39	1.55
10.56	0.77
11.73	0.34

Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.27. Hidrógrama adimensional.



Se determinó un caudal máximo para cierto tiempo de retorno en este caso tomemos para 2.35 horas tenemos un Qmax= 85.84m3/s.

De los resultados obtenidos de los cálculos por distintos método, setenemos el caudal máximo de escurrimiento promedio de la cuenca Hidrográfica Razuhuillca-Huanta Q=118.39 m3/s, este es el caudal máximo de escurrimiento de la cuenca.

Cálculo Caudal Máximo empleando Software

Para la estimación de los caudales máximos generados en la cuenca Razuhuillca-Huanta, se utilizó el software gratuito Hidroesta 2, en el cual se introdujeron las características morfométricas, los Tiempos de Concentración (Tc=2Hr) de la cuenca; Intensidad máximas en 24hr según periodo de retorno (Imax=12.46 mm/hora, para duracion 2 horas, periodo retorno 50 años), cociente de escorrentía (C=0.5), área de la cuenca. El programa se ajustó para que utilizara los métodos: Racional, Mac math, distribución de Gumbel para el cálculo de los caudales máximos presentados en la cuenca, y adicionalmente arroja el Caudal máximo de desembocadura en este caso en la Cuenca Razuhuillca-Huanta.

Calculo por método Racional:

Considerando coeficiente C=0.5,

Figura 3.28. Calculo del caudal máximo de escurrimiento de la cuenca, método Racional con el programa Hidroesta 2.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Se determinó un caudal máximo Qmax= 150.974 m3/s

Calculo por método Mac Math:

Figura 3.29. Calculo del caudal máximo de escurrimiento de la cuenca, método Mac Math con el programa Hidroesta 2.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Se determinó un caudal máximo Qmax= 51.806 m3/s.

Obteniéndose así un caudal máximo promedio de los diferentes métodos resulta Qmax=caudal de diseño (Qd)=96.19m3/s.

3.1.4.7. Análisis precipitación y balance hídrico superficial de la cuenca hidrográfica

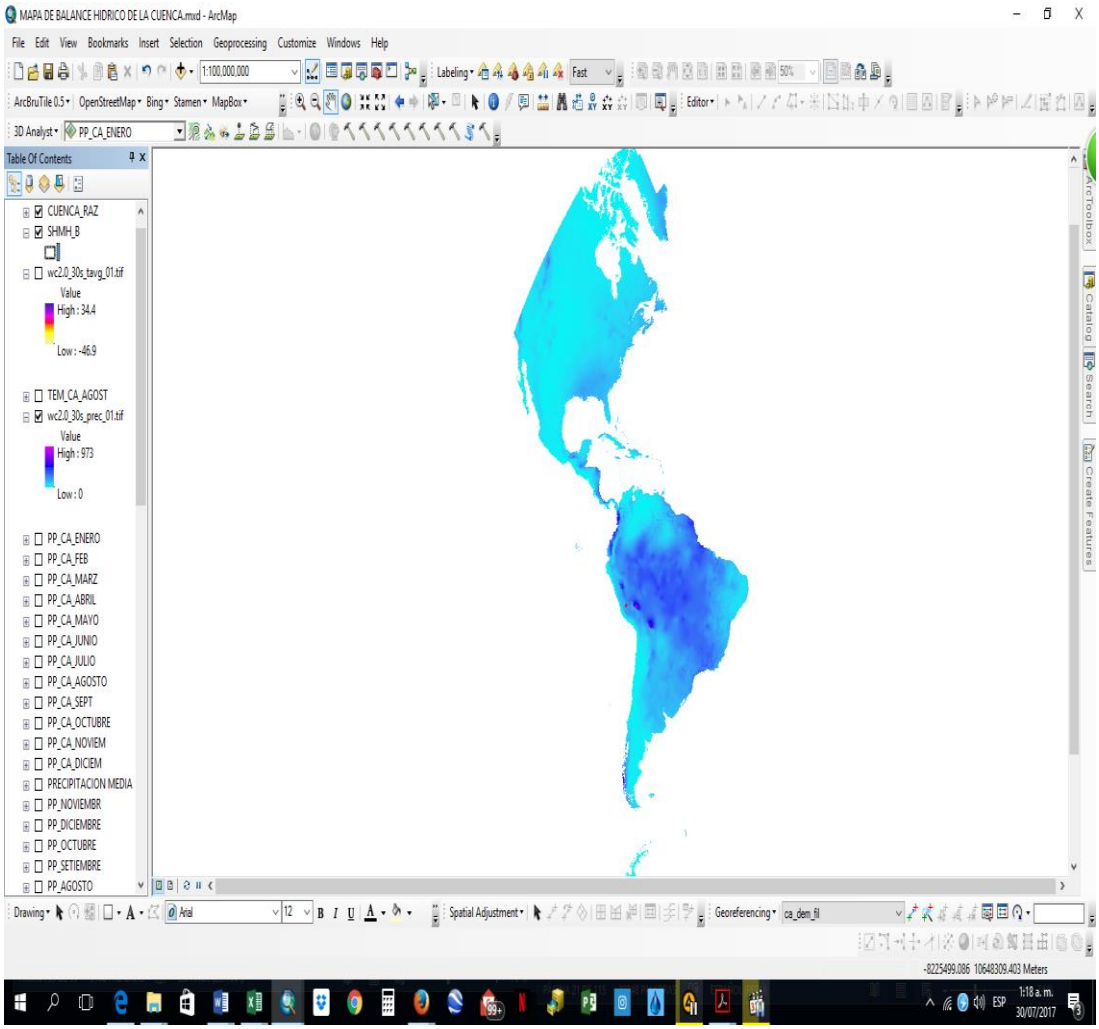
Con los datos de precipitación, temperatura y evapotranspiración de la página web: http://www.worldclim.org/, de los años 1970 – 2000, en formato DGC, para luego de ser calibrados, por el método de regionalización los datos de precipitación y

temperatura se prosigue a procesarlo el programa ArcGis 10.3 obteniendo la siguientes mapas como resultado.

- **Mapa de precipitación de la cuenca hidrográfica.**

Este sea determinado el en programa ArcGis a partir de Datos en formato DGC, descargadas de la página web: http://www.worldclim.org/, de los años 1970 – 2000, precipitaciones medias mensuales ver (figura 3.30).

Figura 3.30. Precipitaciones de toda Latinoamérica obtenida de los registros multianuales de Worldclim. En formato DGC (tif).



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 3.31. Precipitaciones de toda Latinoamérica obtenida de los registros multianuales de Worldclim. En formato DGC (tif).

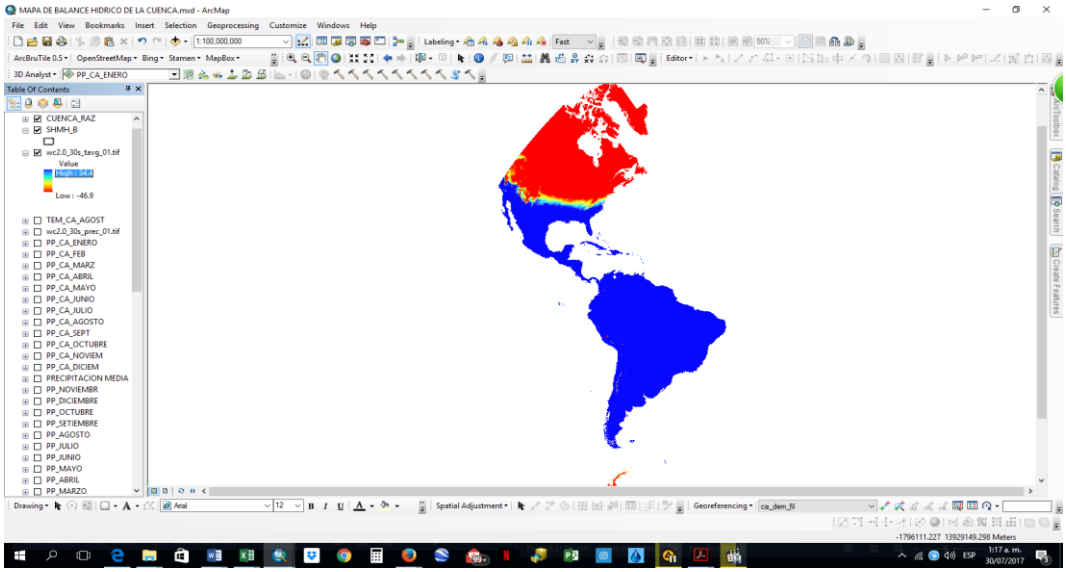
MESES	PRECIPITACION WORLDCLIM (mm/mes)	PRECIPITACION CALIBRADA (mm/mes)
ENERO	131.4	201.1
FEBRERO	138.8	212.4
MARZO	131.9	201.9
ABRIL	54.5	83.4
MAYO	26.7	40.9
JUNIO	10.1	15.5
JULIO	14.3	21.9
AGOSTO	21.5	32.9
SETIEMBRE	45.6	69.8
OCTUBRE	55.7	85.2
NOVIEMBRE	64.6	98.9
DICIEMBRE	98.3	150.4
TOTAL	793.4	1214.2

Fuente: Elaboración propia, 2017

- **Mapa de temperaturas de la cuenca hidrográfica.**

Este sea determinado el en programa ArcGis a partir de Datos en formato DGC, descargadas de la página web: http://www.worldclim.org/, de los años 1970 – 2000, temperaturas medias mensuales (ver figura 3.30).

Figura 3.32. Temperaturas media de toda Latinoamérica obtenida de los registros multianuales de Worldclim. En formato DGC (tif).



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 3.33. Temperaturas media de toda Latinoamérica obtenida de los registros multianuales de Worldclim. En formato DGC (tif).

MESES	TEMPERATURA WORLDCLIM (mm/mes)	TEMPERATURA CALIBRADA ºc (prom/mes)
ENERO	11.7	8.3
FEBRERO	11.8	8.2
MARZO	11.6	8.6
ABRIL	11.7	8.7
MAYO	11.2	6.8
JUNIO	10.3	6.5
JULIO	10.2	5.4
AGOSTO	10.9	7.4
SETIEMBRE	11.6	7.6
OCTUBRE	12.4	8.3
NOVIEMBRE	12.6	8.6
DICIEMBRE	12.2	8.4
TOTAL	11.5	7.7

Fuente: Elaboración propia, 2017

- **Mapa del balance hídrico de la cuenca.**

Este sea determinado a partir de la fórmula de Etp, de Holdridge en programa ArcGis a partir de Datos en formato DGC, convertidos en formato Shape File por el programa.

Formulas usados:

Etp = 58.93 x Temperatura biológica en mm

Ojo: el factor (58.93) es factor anual, este caso usaremos para mensual este será: (4.91), La temperatura biológica equivaldrá a temperatura media según (García, 2003)

$$\textbf{Balance Hídrico} = PP\left(\frac{mm}{mes}\right) / ETP\left(\frac{mm}{mes}\right)$$

Figura 3.34. Calculo del balance hídrico superficial de la cuenca Razuhuillca-Huanta.

CALCULO BALANCE HIDRICO SUPERFICIAL DE LA CUENCA RAZUHUILLCA

MESES	PRECIPITACION (mm/mes)	TEMPERATURA ºc (prom/mes)	ETP (mm/mes)	BALANCE HIDRICO (MES)
ENERO	201.1	8.3	40.8	4.923786359
FEBRERO	212.4	8.2	40.2	5.284465661
MARZO	201.9	8.6	42.3	4.771651215
ABRIL	83.4	8.7	42.5	1.963109585
MAYO	40.9	6.8	33.4	1.224846182
JUNIO	15.5	6.5	31.8	0.485599547
JULIO	21.9	5.4	26.6	0.822798823
AGOSTO	32.9	7.4	36.3	0.906682089
SETIEMBRE	69.8	7.6	37.1	1.880296544
OCTUBRE	85.2	8.3	40.8	2.090514615
NOVIEMBRE	98.9	8.6	42.4	2.332136571
DICIEMBRE	150.4	8.4	41.3	3.638901827
TOTAL	1214.2	7.7	455.5	

Fuente: Elaboracion Propia (2017)

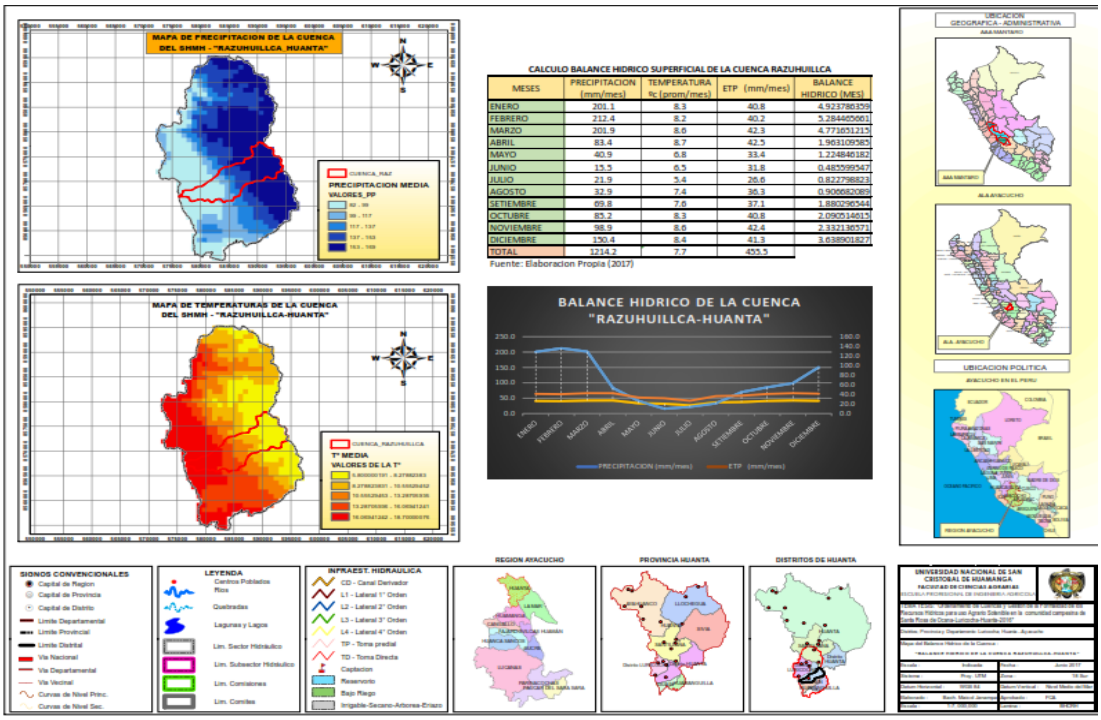
(+)Superavit, (-) Deficit

Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 3.35. Balance Hídrico superficial de la cuenca

Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 3.36. Balance hídrico superficial de la cuenca hidrográfica Razuhuillca - Huanta.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Ver el resultado (Anexo 16.2) Mapa de balance hídrico de la cuenca Razuhuillca - Huanta".

3.1.5. Parámetros Geoestadísticos de la cuenca hidrográfica "Razuhuillca – Huanta"

Con la delimitación del área de estudio, se procedió a la caracterización morfométrica de la cuenca hidrográfica Razuhuillca, empleando todos los parámetros descritos en la (figura 3.4) que permitan definir la cuenca y estimar los caudales que se generan en ella. Esto con el objetivo de conocer el comportamiento de la misma y comprender su susceptibilidad a las inundaciones.

Para tener mayor precisión al momento de estimar los caudales aportados por la cuenca Razuhuillca-Huanta, para el desarrollo de la presente investigación, la cuenca fue delimitada según (Figuras 3.2 y 3.3), se tomó en cuenta para la delimitación y caracterización para presente trabajo de investigación la importancia y cantidad de beneficiarios para tomar como cuenca piloto a la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta, estos mismos pasos se aplicara en todas las cuencas del SHMH.

En la determinación de estas características fue necesario conocer las longitudes de los cauces, área de la cuenca y pendientes; dicha información fue obtenida usando ciertas funciones del programa ArcGis 10.3.

3.1.5.1. Pendientes del suelo

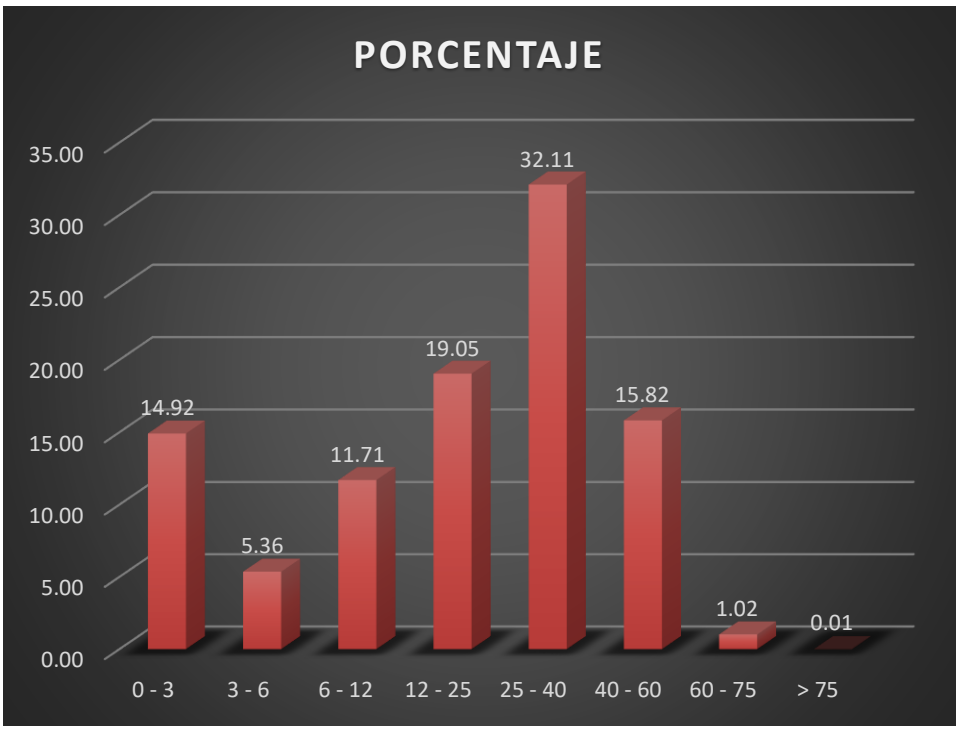
La fisiografía de la zona varía según la clasificación de (Klingebiel y Mongomery,1962) en (08) clases como son plano (14.94%), Ligeramente ondulado (5.36), Ondulado (11.71%), Muy ondulado (19.04%), Ligeramente escarpado (32.11%), Escarpado (15.82%), Muy escarpado (1.02%), Montañoso (0.01%) ver (figura 4.7) y según la clasificación de (Sheng, 1982) en(06) clases son los siguientes, Plano (31.99%), Ligeramente ondulado (19.05%), Ondulado (32.13%), muy ondulado (11.79%), Ligeramente escarpado (4%), Montañoso (1.04) (figura 3.37)

Figura 3.37. Clasificación de los pendientes según (Klingebiel y Mongomery 1962)

CUADRO DE CLASIFICACION DE PENDIENTES				
Fuente: Klingebiel y Montgomery (1962)				
GRADO	PORCENTAJE	DESCRIPCION	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
0 - 2	0 - 3	Plano	1290	14.92
2 - 3	3 - 6	Ligeramente ondulado	463.9	5.36
3 - 7	6 - 12	Ondulado	1012.32	11.71
7 - 14	12 - 25	Muy ondulado	1647.49	19.05
14 - 22	25 - 40	Ligeramente escarpado	2776.7	32.11
22 - 31	40 - 60	Escarpado	1368.39	15.82
31 - 37	60 - 75	Muy escarpado	88.45	1.02
> 37	> 75	Montañoso	0.96	0.01
TOTAL GENERAL:			**8648.21**	**100.00**

Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.38. Porcentaje de pendiente respecto rango de pendiente según (Klingebiel y Mongomery 1962).



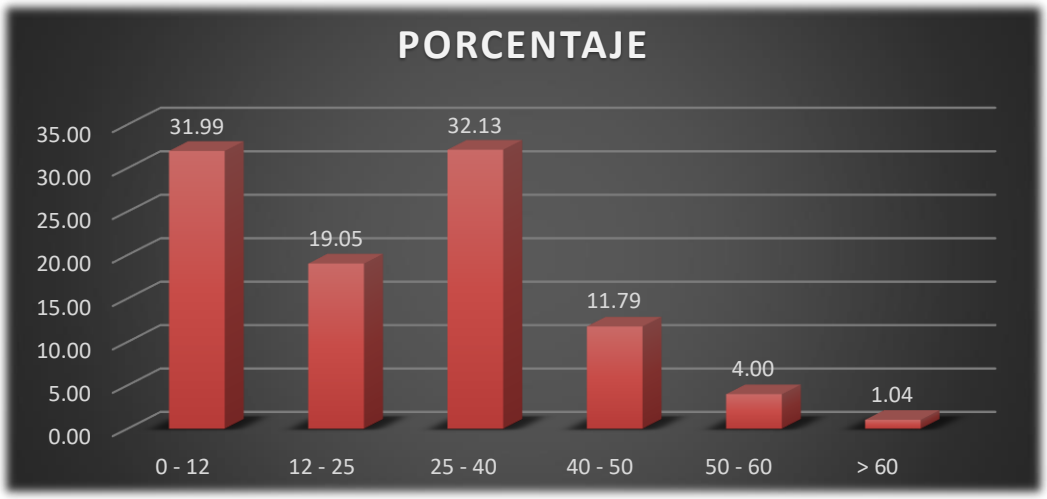
Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.39. Clasificación de los pendientes según (Sheng 1982)

CUADRO DE CLASIFICACION DE PENDIENTES				
Fuente: Sheng (1982)				
GRADO	PORCENTAJE	DESCRIPCION	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
0 - 7	0 - 12	Plano	2766.63	31.99
7 - 15	12 - 25	Ligeramente ondulado	1647.14	19.05
15 - 20	25 - 40	Ondulado	2778.87	32.13
20 - 25	40 - 50	Muy ondulado	1020.01	11.79
25 - 30	50 - 60	Ligeramente escarpado	345.57	4.00
> 30	> 60	Montañoso	90.05	1.04
TOTAL GENERAL:			8648.27	100.00

Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.40. Porcentaje de pendiente respecto rango de pendiente según (Sheng 1982).

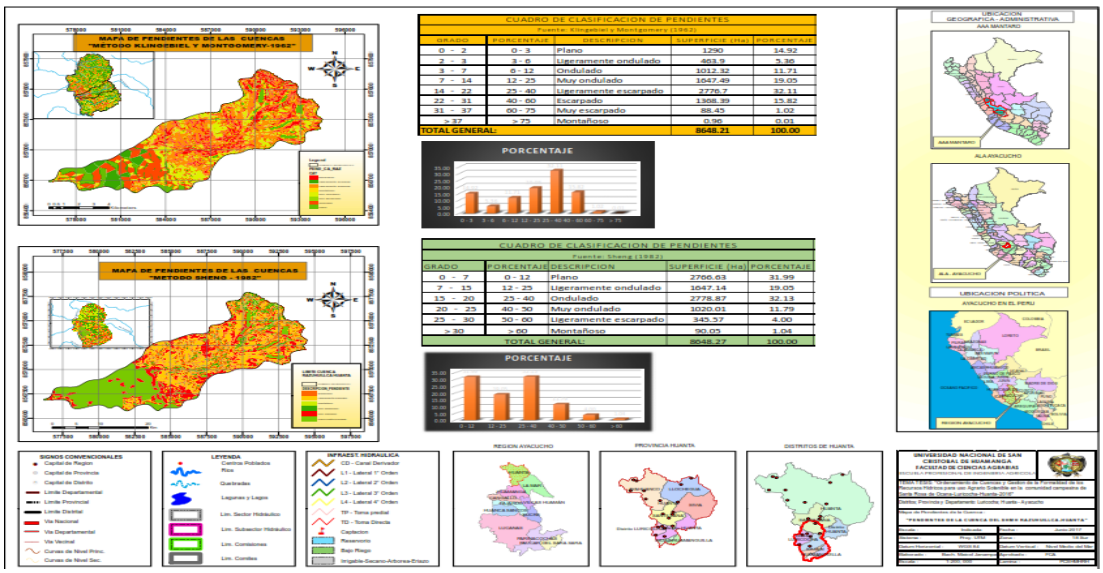


Fuente: Elaboración propia (2017)

La cantidad de suelo en % en la cuenca se puede observar de los dos cuadros de comparación en el rango de 25-40% Ligeramente escarpado con 32.11%, 2776.7ha (ver gráfico 4.8, según Klingebiel y Montgomery, 1962) y Ondulados 32.13%,

2778.87ha (ver gráfico 4.9, según Sheng, 1982) del total del suelo se hallan en estos rangos.

Figura 3.41. Mapa de pendiente de los suelos de la cuenca.

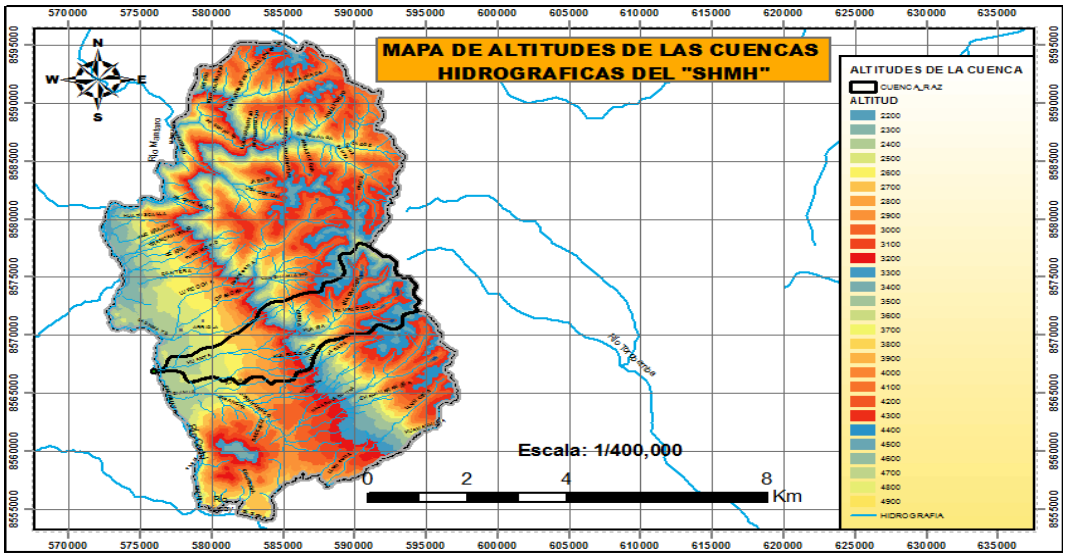


Fuente: Elaboración propia (2017)

Ver el resultado (Anexo 15.3) Mapa de pendiente del suelo de la cuenca Razuhuillca - Huanta".

3.1.5.2. Análisis de las altitudes de las cuencas hidrográficas del SHMH.

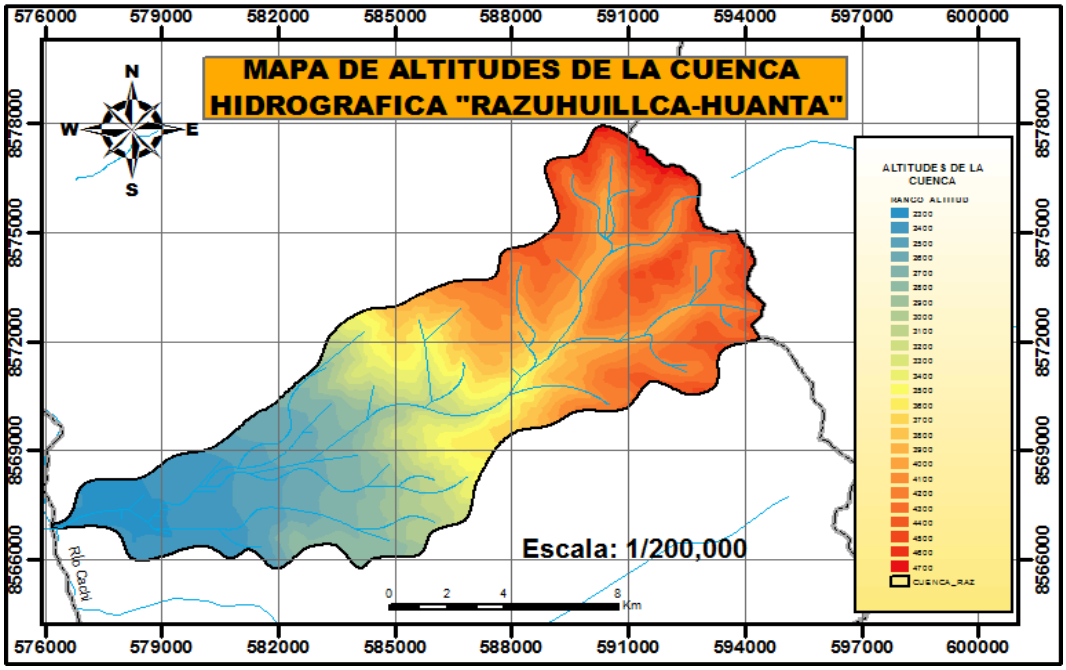
Figura 3.42. Mapa de Altitudes de las cuencas hidrográficas del SHMH.



Fuente: Elaboración propia (2017)

Ver el resultado (Anexo 15.4) Mapa de altitudes de la cuenca Razuhuillca - Huanta".

Figura 3.43. Mapa de altitudes de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.



Fuente: Elaboración propia (2017)

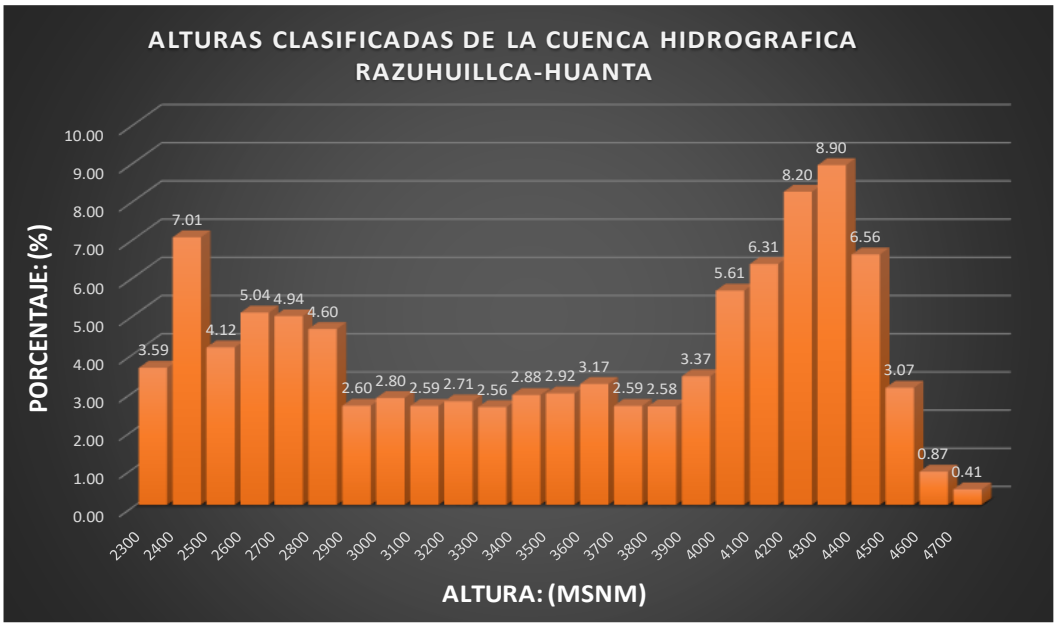
Figura 3.44. Clasificación de las altitudes de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.

CUADRO DE CLASIFICACION DE ALTURAS DE LA CUENCA			
Fuente: Elaboración propia (2017)			
ORDEN	RANGO ALTURA (MSNM)	SUPERFCIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
1	2300	310.28	3.59
2	2400	606.05	7.01
3	2500	356.63	4.12
4	2600	435.34	5.04
5	2700	427.44	4.94
6	2800	398.11	4.60
7	2900	224.64	2.60
8	3000	242.06	2.80
9	3100	224.11	2.59
10	3200	234.45	2.71
11	3300	221.57	2.56
12	3400	248.99	2.88
13	3500	252.44	2.92

14	3600	273.87	3.17
15	3700	224.33	2.59
16	3800	222.83	2.58
17	3900	291.15	3.37
18	4000	485.04	5.61
19	4100	545.14	6.31
20	4200	709.08	8.20
21	4300	769.21	8.90
22	4400	567.17	6.56
23	4500	265.24	3.07
24	4600	75.17	0.87
25	4700	35.45	0.41
TOTAL GENERAL:		**8645.79**	**100.00**

Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.45. Alturas de clasificación de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta



Fuente: Elaboración propia (2017)

A partir de los cuadros estadísticos se puede concluir que el 8.9%, 769.21 ha de la superficie se halla a de la cuenca se hallan a 4300 m.s.n.m, seguido de 8.2%, 709.08 ha de la superficie a 4200 m.s.n.m y solo 3.59%, 310.28 ha de la superficie de la cuenca está en la cota más baja 2300 m.s.m.n y un 0.41 %, 35.45 ha en la cota más alta 4700 m.s.n.m (ver figuras 3.43 y 3.44).

3.1.5.3. Análisis erosión (perdida de suelo en la cuenca)

Para realizar el cálculo de la erosión de suelo fue necesario determinar cada uno de los valores de la fórmula de USLE:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Donde:

A	Es la pérdida de suelos calculada por unidad de superficie, expresada en las unidades seleccionadas para K y el período seleccionado para R, generalmente toneladas (t) hectárea $(ha)^{-1}$ $año^{-1}$.
R	El factor lluvia y escurrimiento, es el número de unidades de indice de erosión pluvial (EI), más un factor para escurrimiento por derretimiento de nieve o aplicación de agua. El EI para una tormenta es el producto de la energía total de la tormenta (E) y su máxima intensidad en 30 minutos (I).
K	El factor susceptibilidad de erosión del suelo, es la tasa de pérdida de suelos por unidad EI para un suelo específico, medido en una porción de terreno estándar (22.13 m de largo, 9% pendiente, en barbecho y labranza continua).
L	El factor de largo de la pendiente, es la proporción de pérdida de suelos en el largo de la pendiente especifica con respecto a un largo de pendiente estándar (22,13 m).
S	El factor de magnitud de la pendiente, es la proporción de pérdida de suelos de una superficie con una pendiente especifica con respecto a aquella en la pendiente estándar de 9%, con todos los otros factores idénticos.
C	El factor cubierta y manejo, es la proporción de pérdida de suelo en una superficie con cubierta y manejo especifico con respecto a una superficie idéntica en barbecho, con labranza continua.
P	El factor de prácticas de apoyo de conservación, es la proporción de pérdida de suelo con una práctica de apoyo como cultivo en contorno, barreras vivas, o cultivo en terrazas, con respecto a aquella labranza en el sentido de la pendiente.

Para calcular: R

El factor R tiene como principal influencia la energía de las gotas de lluvia al caer sobre la superficie terrestre, convirtiendo en una fuerza de erosion especifica producto de la energía cinética total de la tormenta. El Factor R representa los valores de la IE de tormenta promedio durante una lluvia y la intensidad máxima sostenida a lo largo de un periodo prolongado como se muestra en la ecuación (Brown y Foster 1999).

$$R = \frac{\sum(E * I_{30})}{N}$$

Siendo:

E: Energia cinetica de la tormenta de diseño.

I: Intensidad de la lluvia para perirodo dado.

N: Numero de intervalos en el periodo

A partir de la ecuación diversos autores establecieron nuevas ecuaciones empíricas, con base a fundamentos muy aceptables publicados en diferentes revistas científicas, entre los más utilizados:

- Roose (1995),

$R = (10 - 1.48 + 1.48.NS)$

$R = 470.56\ mm$---→ Para el cálculo se tomó este valor

Siendo:

Pt: Precipitacion total anual (mm)

- Wischmeier and Smit (1978),

$$R = \frac{9.28 * Pt * 75}{1000}$$

$$R = 438.828\ mm$$

Siendo:

R: Erosividad media anual (MJ.mm/ha.h.año).

Pt: Precipitacion media anual (mm)

- Rogler & Schwertmann (1981),

$$R = (10 - 1.48 + 1.48.NS)$$

$$R = 656.13mm$$

Siendo:

R: Erosividad media anual (MJ.mm/ha.h.año).

NS: Precipitacion media de los meses de lluvia.

Para calcular: K

Para realizar este cálculo se prosigue a descargar "Mapa digital de los suelos del mundo" en inglés (Digital Soil Map of the World), del sitio web de la FAO: http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=14116, en formato Shapefile, para luego realizar su respectivo calculo empleando la tabla Excel, contenidos todos los tipos y nombres, datos de los suelos lo que nos importa son los

datos de contenido de arena, contenido de limo-arcilla, contenido carbono orgánico, parámetro de arena para desarrollar la siguiente formula (Williams, 1977).

Fórmula Wiliams

$$K = 0.1317 f_{csand} \cdot f_{cl-si} \cdot f_{orgc} \cdot f_{hisand}$$

$$f_{csand} = \left(0.2 + 0.3\exp\left[-0.0256\, m_s \left(1 - \frac{m_{silt}}{100}\right)\right]\right)$$

$$f_{cl-si} = \left(\frac{m_{silt}}{m_c + m_{silt}}\right)^{0.3}$$

$$f_{orgc} = \left[1 - \frac{0.25 orgC}{orgC + \exp[3.72 - 2.95 orgC]}\right]$$

$$f_{hisand} = \left[1 - \frac{0.70\left(1 - \frac{m_s}{100}\right)}{\left(1 - \frac{m_s}{100}\right) + \exp\left[-5.51 + 22.9\left(1 + \frac{m_s}{100}\right)\right]}\right]$$

Figura 3.46. Calculo factor K, del suelo, a partir de la tabla de la FAO.

0.019	ms (sand) (Arena capa superf suelo)Top soil %	msilt (silt)(Limo capa superf. Suelo) TopSoil %	me (clay)(Arcilla capa superf. Suelo) topsoil	org C organic carbon(Carbono Organico) %	Fcsand	F cl-si	F orgc	F hisand	K usle	K
I (Litosol)	58.9	16.2	24.9	0.97	0.20	0.76	0.93	1.00	0.14	0.019
I 1 (litosoles)	75	15	10	0.31	0.20	0.86	1.00	1.00	0.17	0.022
Tv (andosoles vitricos)	64.5	26.2	9.3	1.4	0.20	0.91	0.83	1.00	0.15	0.020

Fuente: Elaboración propia (2017)

Para calcular: L

Para su cálculo uso la siguiente formulas:

FACTOR L

Foster,1977

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m, \qquad m = \frac{F}{1+F}, \qquad F = \frac{\sin\beta/0.0896}{3(\sin\beta)^{0.8}+0.56}$$

Con los SIG, DESMET & GOVER, VELAZQUEZ, 2008

$$L_{(i,j)} = \frac{\left[A_{(i,j)} + D^2\right]^{(m+1)} - A_{(i,j)}{}^{m+1}}{x^m D^{m+2}(22.13)^m}$$

Donde:

β - Pendiente a nivel de pixel (debe estar expresa en radianes, a grados multiplicar por 0.01745)

A - Acumulación del flujo a nivel del pixel

D - Lado del Pixel

x- Coeficiente de forma (x=1 para sistemas pixelados)

Para calcular: S

FACTOR S

McCOOLS

Cuando $\tan\beta_{(i,j)} < 0.09$ $\qquad S_{(i,j)} = 10.8\sin\beta_{(i,j)} + 0.03$

Cuando $\tan\beta_{(i,j)} \geq 0.09$ $\qquad S_{(i,j)} = 16.8\sin\beta_{(i,j)} - 0.5$

Para el cálculo para este proyecto se tomó en cuenta la siguiente formula: en relación a la pendiente menor al 20% y longitudes de declive menores de 350 metros, Wichmeier (1982).

$$LS = \left[\frac{\lambda}{22.1}\right]^{0.5} [(0.065 + 0.0454 * S + 0.00065 * S^2)]^1$$

$$LS = 19.742$$

λ: Longitud de declive en metros

S: Es la pendiente del declive en (%)

Para calcular: (C), Factor de Cobertura Vegetal.

Representa la cobertura vegetal del suelo. El factor de racionabilidad debido a la cobertura vegetal (C) representa la relación entre la perdida de suelo de un terreno cultivado y la perdida de suelo de un terreno sin ningún cultivo.

A fin de obtener el valor de C para una zona en particular es necesario conocer cómo se distribuye la lluvia a través del año. Además se debe saber cuánta protección a la

erosión ofrecen los cultivos, los residuos de cultivo y las prácticas de cultivo cuando se presenten tormentas (Mercado, 2014).

Para ello calcularemos C, ponderado:

Tabla 3.1. Valores del factor C

Cultivo	Factor C
Suelo desnudo	1
Bosque, matorral denso o cultivo con acolchado	0.001
Sabana o pradera herbácea en buen estado	0.01
Sabana o pradera herbácea sobrepastada	0.1
Maíz o similar intensivo con laboreo	0.7
Maíz o similar intensivo sin laboreo	0.35
Maíz o similar extensivo sin laboreo	0.06
Algodón	0.55
Trigo	0.25
Arroz	0.15
Patata	0.25
Hortícolas	0.33

Fuente: Wischmeier y Smit, 1978

Tabla 3.2. Valores del factor C

Tipo de cobertura	Factor C	Factor P
Area urbana	0.1	1
Suelo desnudo	0.35	1
Bosque denso	0.001	1

Tipo de cobertura	Factor C	Factor P
Bosque ralo	0.01	1
Bosque mezclado con cultivos (Agroforestería)	0.1	0.8
Cultivos	0.5	0.5
Cultivos de inundación	0.1	0.5
Pastura densa	0.08	1
Pastura rala	0.2	1
Pasturas con cultivos	0.25	0.8
Humedales	0.05	1
Cuerpos de agua	0.01	1

Figura 3.47. Calculo factor C, del suelo, a partir de la tabla de Wischmeier y Smit, 1978.

Factor "C"						
	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5	
Cultivo (Seleccione el código que corresponda al cultivo)	Agricultura, cultivos anuales	Pastoreo, ganaderia ext.	Agricultura, cultivos pereniales			
Factor C	0.7	0.2	0.5			
Area (ha)	4,281	2,647	1,720			
Factor C Ponderado						0.507

Fuente: Elaboración propia (2017)

Para calcular: P, factor de la práctica de apoyo.

Por definición el factor P de la USLE representa la relación de la perdida de suelo bajo una práctica de conservación especifica respecto a la perdida de suelo de la misma zona sin ningún tipo de práctica (Mercado, 2014).

Para ello calcularemos P, ponderado:

Figura 3.48. Calculo factor P, del suelo, a partir de la tabla de Wischmeier y Smit, 1978.

Factor P						
	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5	
Factor P	1	1	1			
Práctica (Seleccione el código que corresponda a la práctica)	1	1	1			
Eficiencia (Seleccione el código que corresponda a la eficiencia de la práctica)	1	1	1			
Factor P Ponderado						1.000

Fuente: Elaboración propia (2017)

Aquí indicaremos que el valor 1, del factor P, representa (0) cero prácticas de conservación del suelo en la cuenca, por ello el valor de volumen de erosión es mayor por no contar con ninguna practica de conservación de suelo, en la zona.

Para calcular: A, pérdida de suelo por la erosión en la cuenca

A=R x K x L x S x C x P

Erosión Potencial:

$$A = 470.56 * 0.020 * 19.742$$

$$A = 186.88\, Ton/Ha/\text{año}$$

Este resultado, A= 186.88 Ton/Ha/año, es la cantidad de suelo que se pierde al año por las actividades erosivas del suelo, sin considerar las prácticas de conservación del suelo y el factor de cubertura del suelo.

Erosión Actual:

$$A = 470.56 * 0.020 * 19.742 * 0.507$$

$$A = 94.78\, Ton/Ha$$

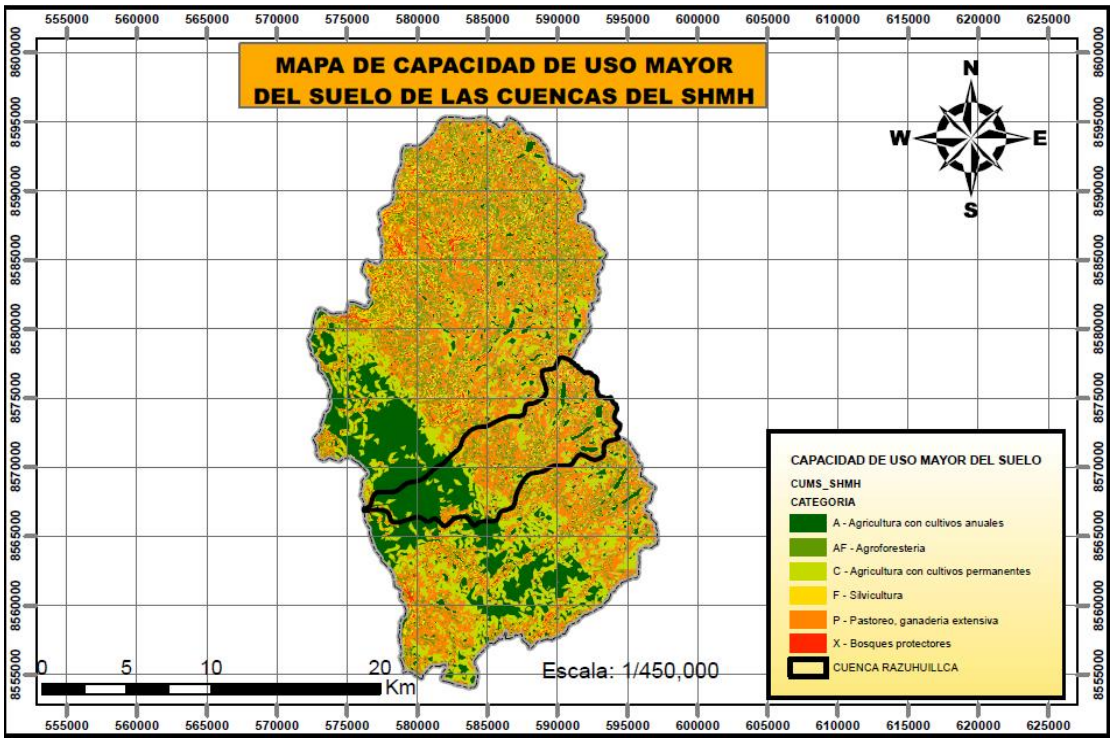
Este resultado, A= 94.78 Ton/Ha, es la cantidad de suelo que se pierde al año por las actividades erosivas del suelo.

Los resultados de los cálculos realizados para los parámetros de aprecia mejor en el (anexo 15.8)

3.1.5.4. Capacidad de uso mayor del suelo

Para determinar la capacidad de uso mayor del suelo, por medio del programa ArcGis 10.3, a partir de la capa RASTER denominado Slope, para ello se ha reclasificado por la herramienta Arctoolbox, Spatial analyst Tolos, Reclass, Reclassify, para reclasificar se ha tomado (06) seis valores de uso de suelo como indica (figura 3.38).

Figura 3.49. Mapa de capacidad de uso mayor del suelo de las cuencas del SHMH



Fuente: Elaboración propia (2017)

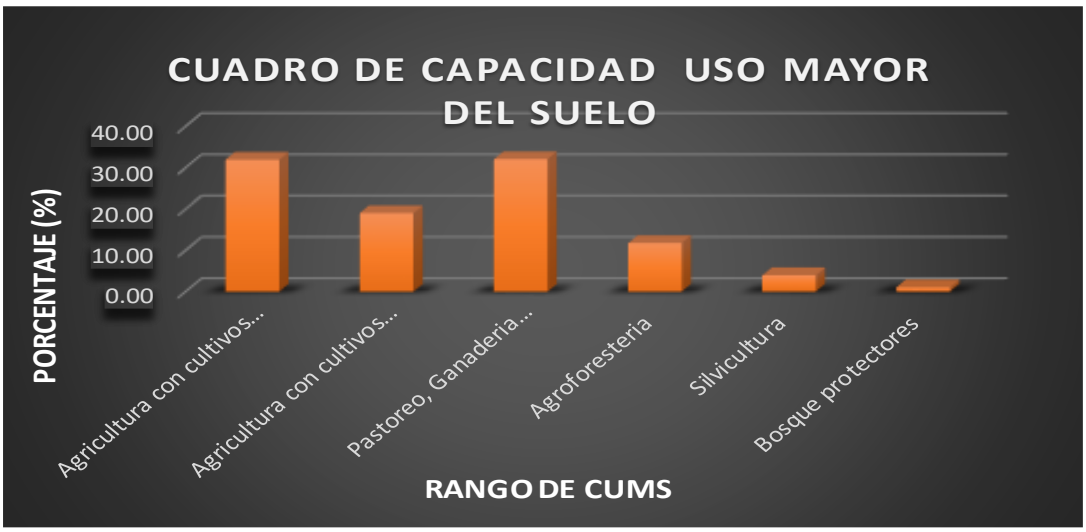
Figura 3.50. Capacidad de uso mayor del suelo.

CUADRO DE CAPACIDAD USO DEL SUELO				
Fuente: Tosi y Sheng (1982)				
SIMBOLOGIA	PORCENTAJE	DESCRIPCION	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
A	< 12	Agricultura con cultivos anuales	2766.63	31.99
C	12 - 25	Agricultura con cultivos permanentes	1647.14	19.05
P	25 - 40	Pastoreo, Ganaderia extensiva	2778.87	32.13
AF	40 - 50	Agroforesteria	1020.01	11.79
F	50 - 60	Silvicultura	345.57	4.00
X	> 60	Bosque protectores	90.05	1.04
TOTAL GENERAL:			**8648.27**	**100.00**

Fuente: Elaboración propia (2017)

Aquí indicaremos, la diferencia de lo planteado Decreto Supero nº 017-AG ver (anexo 07) quien clasifica la capacidad de uso mayor en 5 clases (Tierras Aptas para cultivo limpio A, Tierras Aptas para cultivo permanente C, Tierras Aptas para pastos P, Tierras Aptas para producción forestal F, Tierras de protección X), esta clasificación en general para todos el país, sin considerar las características geográficas de la sierra de los andes Peruana, quien posee diversidad de variaciones en cuando al altitud, temperatura, clima, micro clima los cuales hacen que se caracterice por tener diferentes tipos de agricultura y practicas forestales es por ello que se utilizó la clasificación de Tosi y Shen 1982, quien clasifica la capacidad de uso mayor del suelo en 6 clases dependiendo la pendiente así añade la AF (agroforesteria) en diferencia del decreto supremo mencionado, figura 3.48.

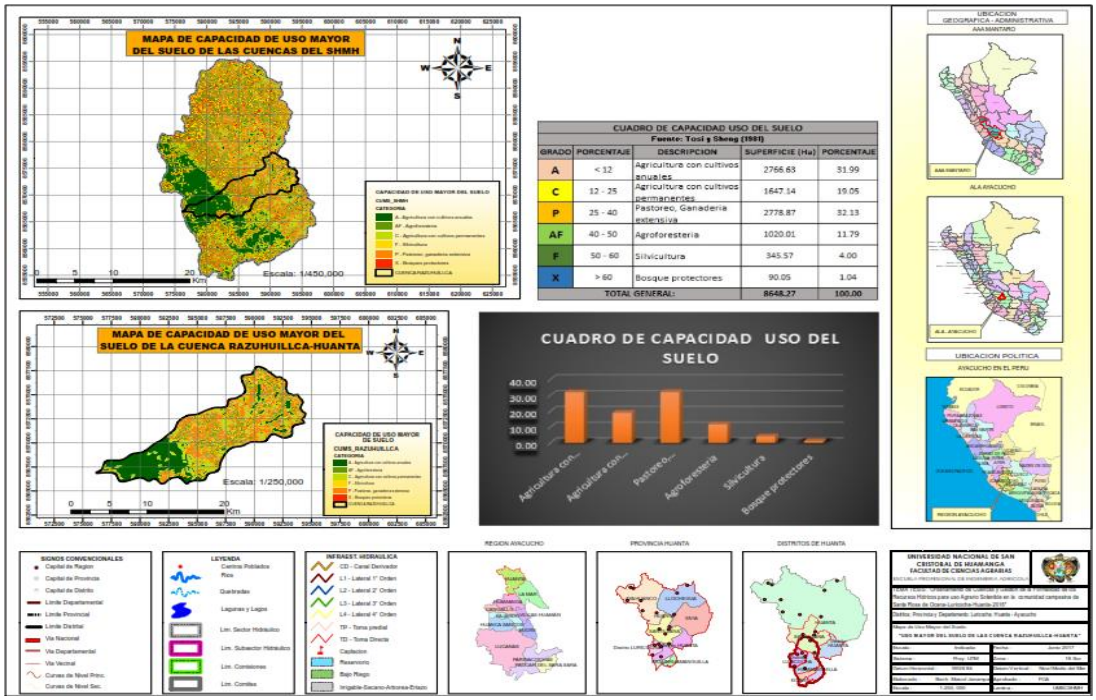
Figura 3.51. Pendiente de los suelos de la cuenca vs CUMS.



Fuente: Elaboración propia (2017)

Se pude observar el del gráfico, la actividad pastoreo ganadería extensiva con 32.13%, 2778.87 ha, es la que más se practica en la cuenca hidrográfica, seguida agricultura de cultivos anuales con 31.99%, 2766.63ha de la superficie del suelo de la cuenca (figura 3.48 y 3.49).

Figura 3.52. Mapa de capacidad de uso mayor del suelo (CUMS)



Fuente: Elaboración propia (2017)

Ver el resultado (Anexo 15.5) Mapa de la capacidad de uso mayor del suelo de la cuenca Razuhuillca - Huanta".

3.1.5.5. Riesgos de erosión del suelo

Procederemos ahora a analizar los valores de profundidad de erosión para poder así clasificarlos.

Si analizamos el campo RANGO de la tabla de atributos creada hasta el momento según (figura 3.50), notaremos que hay un valor mínimo y un valor máximo, o lo que significa que en una zona la profundidad de erosión es mínima y en otra es máxima. Una de las maneras óptimas de clasificar es usando un rango de muy bajo hasta muy alto:

Para mi caso:

MUY BAJO: menor a 300 metros de profundidad.

BAJO: entre 301 y 500 metros de profundidad.

MEDIO: entre 501 y 1000 metros de profundidad.

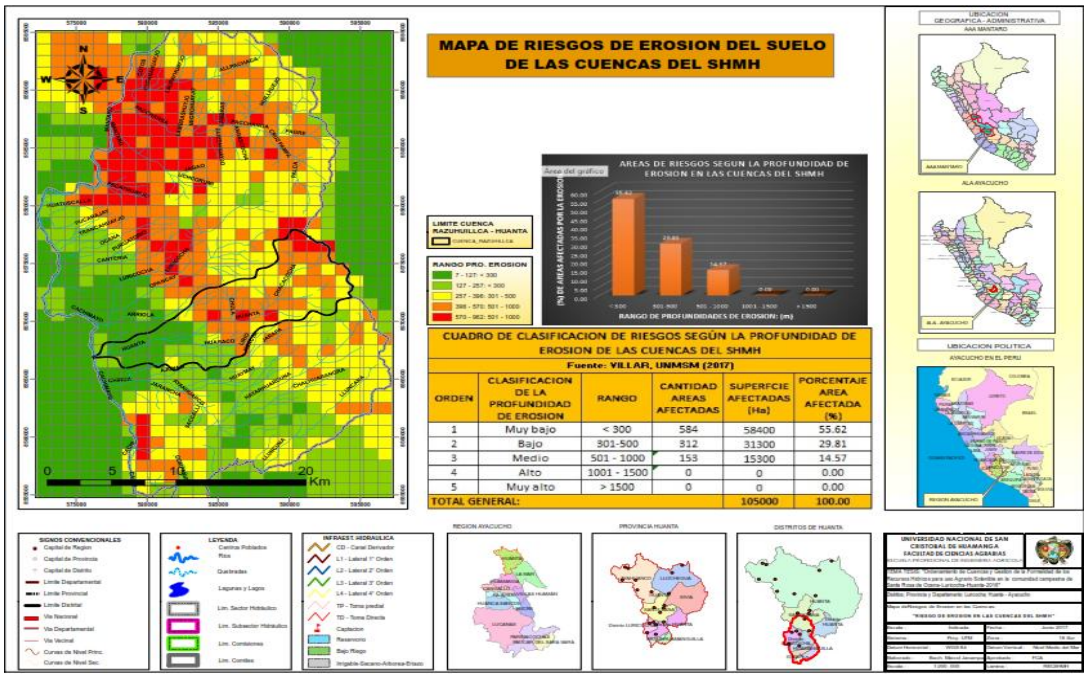
ALTO: entre 1001 y 1500 metros de profundidad.

Figura 3.53. Clasificación de riesgos según la profundidad de erosión en las cuencas del SHMH.

CUADRO DE CLASIFICACION DE RIESGOS SEGÚN LA PROFUNDIDAD DE EROSION DE LAS CUENCAS DEL SHMH					
Fuente: VILLAR, UNMSM (2017)					
ORDEN	CLASIFICACION DE LA PROFUNDIDAD DE EROSION	RANGO	CANTIDAD AREAS AFECTADAS	SUPERFCIE AFECTADAS (Ha)	PORCENTAJE AREA AFECTADA (%)
1	Muy bajo	< 300	584	58400	55.62
2	Bajo	301-500	312	31300	29.81
3	Medio	501 - 1000	153	15300	14.57
4	Alto	1001 - 1500	0	0	0.00
5	Muy alto	> 1500	0	0	0.00
TOTAL GENERAL:				**105000**	**100.00**

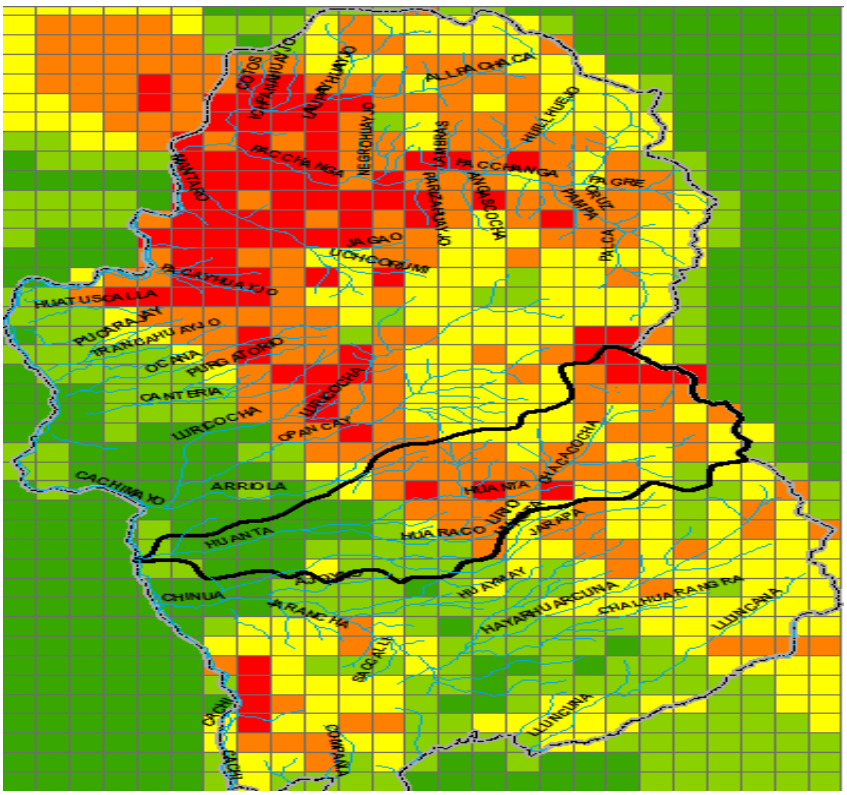
Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.54. Mapa riesgos de erosión del suelo de las cuencas del SHMH.



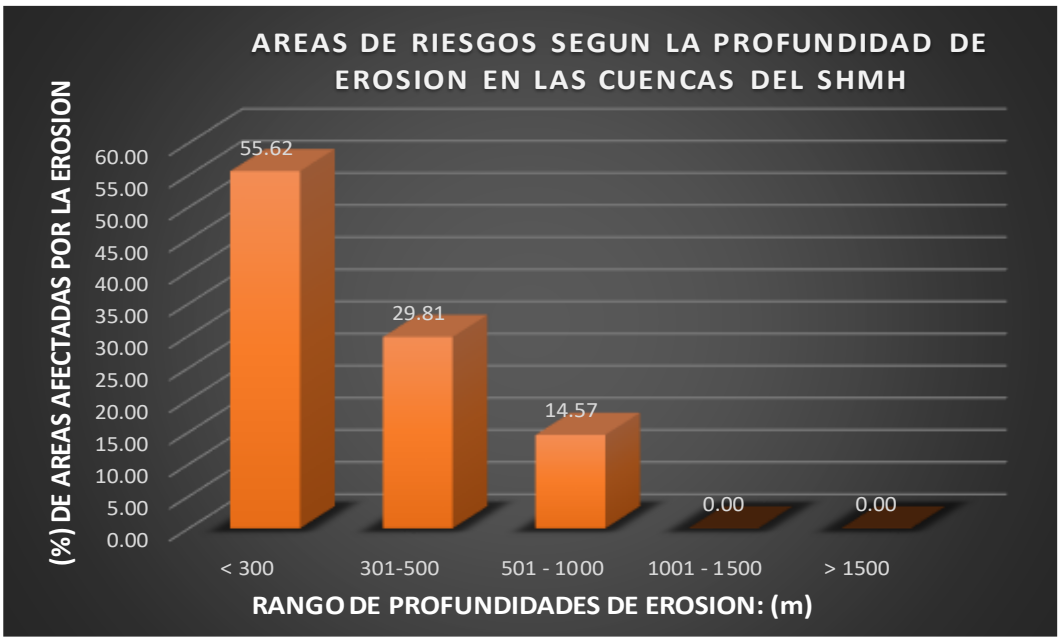
Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.55. Mapa riesgos de erosión del suelo de las cuencas del SHMH.



Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.56. Áreas de riesgo según la profundidad de erosión en las cuencas del SHMH.



Fuente: Elaboración propia (2017)

De la figura se puede observas que en el área con profundidad menores a < 300 metros existe muy bajo peligro de erosión con 55.62%, 58400 ha de superficie afectada, seguida de rango 301 – 500 metros existe bajo peligro de erosión con 29.81%, 31300 ha de la superficie de las cuencas hidrográficas del SHMH, finalmente solo el 14.57%, 15300 ha de la superficie de la cuenca es afectado por la actividad erosiva y se clasifica en rango medio de la erosión (ver figura 3.54), de la (figura 3.55) indicaremos que los cuadro de color rojo son zonas con rango medio en (riesgo) de erosión, color naranja rango bajo en (riesgo) de erosión, amarillo rango muy poco (riesgo) de erosión.

Ver el resultado (Anexo 16.9) Mapa de riesgos de erosión del suelo de la cuenca Razuhuillca - Huanta".

3.1.6. Análisis ecológico

3.1.6.1. Zonas de vida

En la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta se presentó (06) seis tipos de zonas de vida:

Figura 3.57. Clasificación de las zonas de vida de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.

CUADRO DE CLASIFICACION DE LAS ZONAS DE VIDA DE LA CUENCA RAZUHUILLCA-HUANTA			
Fuente:INRENA (1995)			
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION ZONAS DE VISA	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
be-S	bosque espino Subtropical	82.51	0.94
bs-MBS	bosque seco Montano Bajo Subtropical	1418.56	16.18
Pmh-SS	paramo muy humedo Subalpino Subtropical	2088.43	23.83
pp-SS	paramo pluvial Subalpino Subtropical	225.94	2.58
bh-MS	bosque humedo Montano Subtropical	2288.23	26.11
ee-MBS	estepa espino Montano Bajo Subtropical	2661.2	30.36
TOTAL GENERAL:		**8764.87**	**100.00**

Fuente: Elaboración propia (2017)

Bosque espino Subtropical (be-ST): Cubre el 0.94%, 82.51 ha del área de estudio. Esta zona de vida presenta temperaturas promedios anuales de 18.7 ºC y una precipitación promedia de 793.4 a 1200 mm/año. También se pueden presentar alturas entre 2300 a 2700 msnm ver (figura 3.56).

Es característico de esta zona la presencia de la agricultura migratoria y agroforesteria.

Bosque húmedo Montano Subtropical (bh-Ms): Esta zona de vida abarca el 26.11%, 2288.23 ha del área, en donde presenta temperaturas medias anuales de 13.28 ºC, y una precipitación 790 a 1220 mm/año, pueden presentar alturas de 3700 a 4200 msnm ver (figura 3.57).

También presenta una cobertura arbórea en estado primitivo, donde abundan la mayoría son bosques latifoliados (huarango y otros) y en menor grado confieras.

Bosque seco Montano Bajo Subtropical (bs-MBS): Esta zona de vida abarca el 16.18%, 1418.56 ha del área, en donde presenta temperaturas medias anuales de 16.28 ºC, y un régimen pluvial de 750.4 a 1220 mm/año.

También presenta una cobertura arbórea en estado primitivo, donde abundan matorral arbustiva (Lambras), pueden presentar alturas de 2700 a 3200 msnm ver (figura 3.57).

Estepa espino Montano Bajo Subtropical (ee-MBS): Esta zona de vida abarca el 30.36%, 2661.2ha del área, en donde presenta temperaturas medias anuales de 16.06 ºC, y un régimen pluvial de 750.4 a 1220 mm/año.

También presenta una cobertura arbórea en estado primitivo, donde abundan agricultura andina (costero), pueden presentar alturas de 3200 a 3700 msnm ver (figura 3.60).

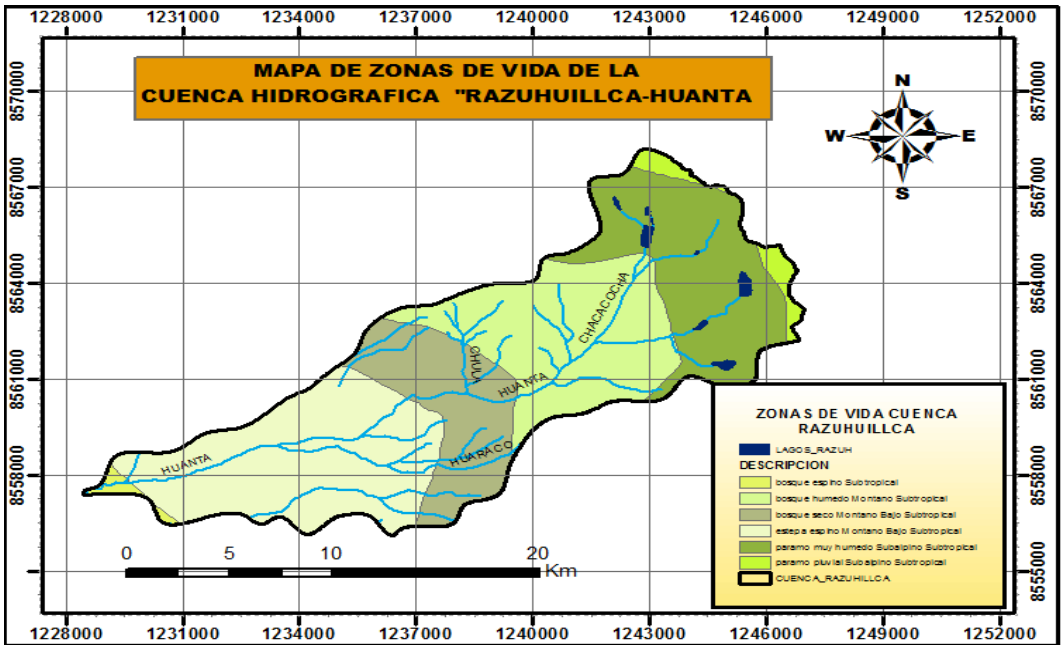
Paramo muy húmedo Subalpino Subtropical (pmh-SS): Esta zona de vida abarca el 23.83%, 2088.43 ha del área, en donde presenta temperaturas medias anuales de 8.27 ºC, y un régimen pluvial de 1648 a 1836 mm/año.

También presenta una cobertura arbórea en estado primitivo, donde abundan los pajonales andinos, pueden presentar alturas de 4200 a 4500 msnm.

Paramo pluvial Subalpino Subtropical (pp-SS): Esta zona de vida abarca el 2.58%, 225.94 ha del área, en donde presenta temperaturas medias anuales de 5.8 ºC, y un régimen pluvial de 1836 a 2028 mm/año.

También presenta una cobertura arbórea en estado primitivo, donde abundan los pajonales andinos, pueden presentar alturas de 4500 a 4700 msnm.

Figura 3.58. Mapa de zonas de vida de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.



Fuente: Elaboración propia (2017)

Ver el resultado (Anexo 16.7) Mapa de zonas de vida del SHMH y de la cuenca Razuhuillca - Huanta".

3.1.6.2. Cubertura vegetal

En la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta, se pudo identificar (08) tipos de cobertura vegetal:

1.- Agricultura costera y andina: que comprende e el 33.99 % de la superficie de la cuenca.

2.- Área urbana: que comprende un 0.97% de la superficie de la cuenca.

3.- Bofedal: comprende un 0.36 % de la superficie de la cuenca.

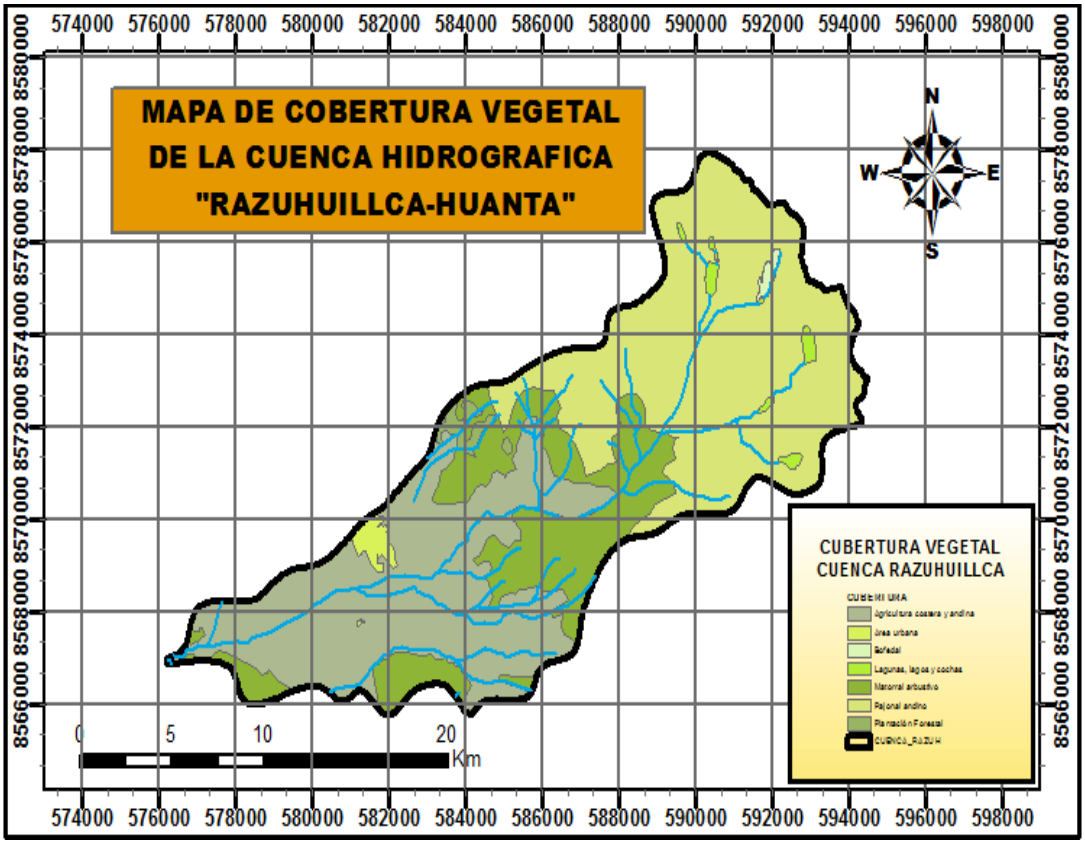
4.- Lagunas, lagos y cochas: comprende un 0.87% de la superficie de la cuenca.

5.- Matorral arbustivo: comprende un 19.66% de la superficie de la cuenca.

6.- Pajonal andino: comprende un 43.19% de la superficie de la cuenca.

7.- Plantación forestal: Comprenden un 0.96% de la superficie de la cuenca.

Figura 3.59. Cobertura vegetal de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.



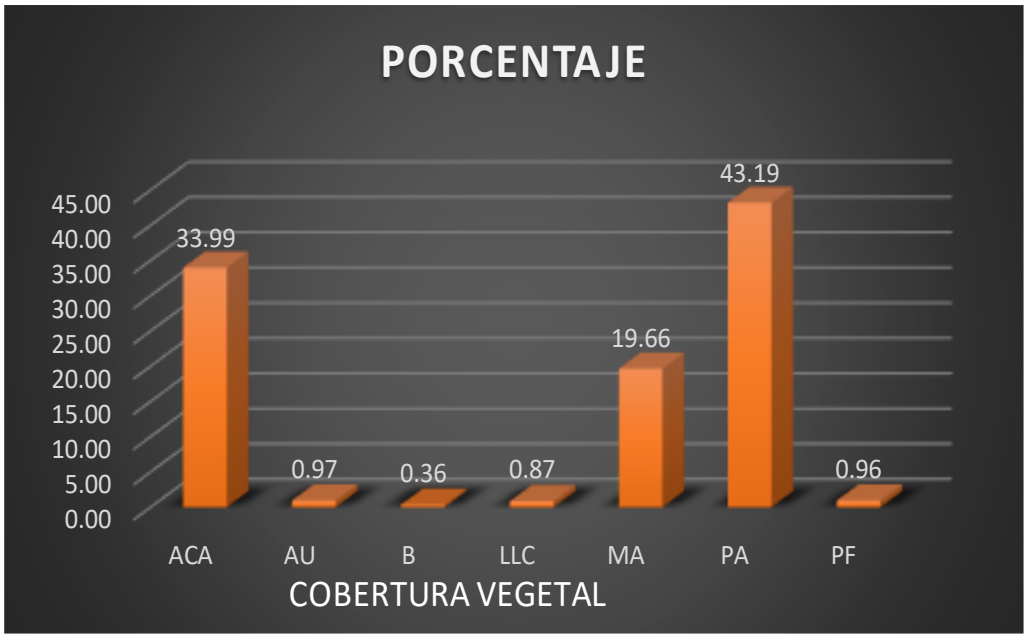
Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.60. Clasificación de la cobertura vegetal de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.

CUADRO DE CLASIFICACION DE COBERTURA VEGETAL			
Fuente: MINAM (2015)			
SIMBOLOGIA	COBERTURA VEGETAL	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
ACA	Agricultura costera y andina	2939.48	33.99
AU	Área urbana	84.32	0.97
B	Bofedal	30.91	0.36
LLC	Lagunas, lagos y cochas	75.08	0.87
MA	Matorral arbustivo	1700.82	19.66
PA	Pajonal andino	3735.64	43.19
PF	Plantación Forestal	82.78	0.96
TOTAL GENERAL:		**8649.03**	**100.00**

Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.61. Clasificación rango estadístico de la cobertura vegetal.



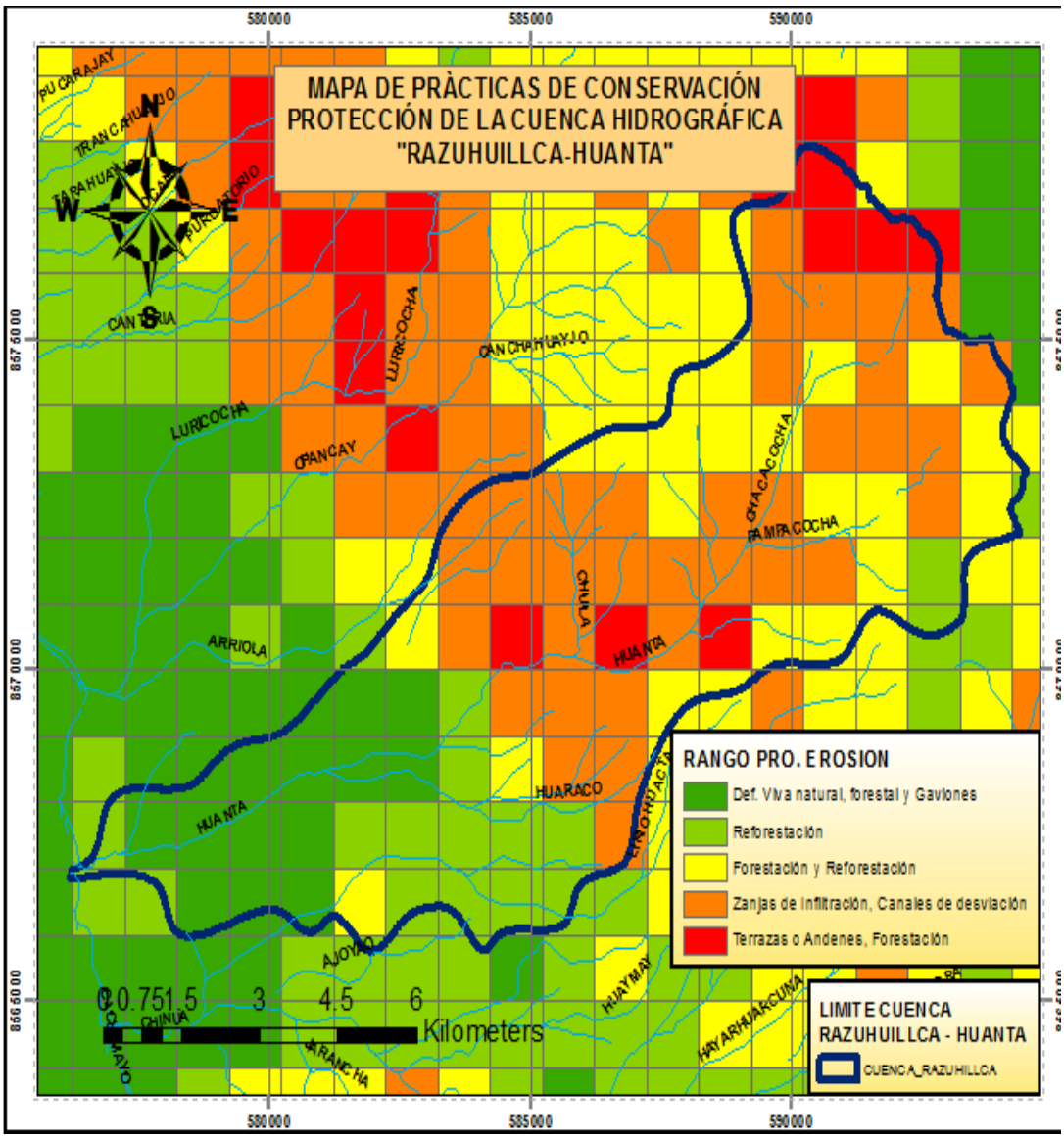
Fuente: Elaboración propia (2017)

Ver el resultado (Anexo 16.6) Mapa de cobertura vegetal del SHMH y de la cuenca Razuhuillca - Huanta".

3.1.7. Planteamiento para el diseño de las estructuras de conservación y protección propuestas

Debido a la falta de prácticas conservacionistas que resaltan a simple vista, con la visita de campo a la zona se plantea la realización de obras de conservación y protección suelo en laderas, donde se ve mayor actividad erosiva del suelo por factores climáticos de la zona, para ello se plantea la construcción de andenes, zanjas de infiltración, muros de contención, en zonas donde hay población colindante con el rio ver (figura 3.55).

Figura 3.62. Mapa de prácticas de conservación y protección de la cuenca hidrográfica "Razuhuillca-Huanta"



Fuente: Elaboración propia (2017)

Aquí indicaremos la herramienta usada, para determinar este mapa de prácticas conservacionistas y protección, clasifico a cada cuadricula (rojo, naranja, amarilla, verde oscuro y claro), en partes iguales cada cuadricula posee un área de 100 Ha, 1 km2, 1 000 000m2.

De ello se puede definir el área en (Ha) de la superficie donde se realizara las prácticas de conservación y protección de la cuenca según se detalla en (figura 3.62)

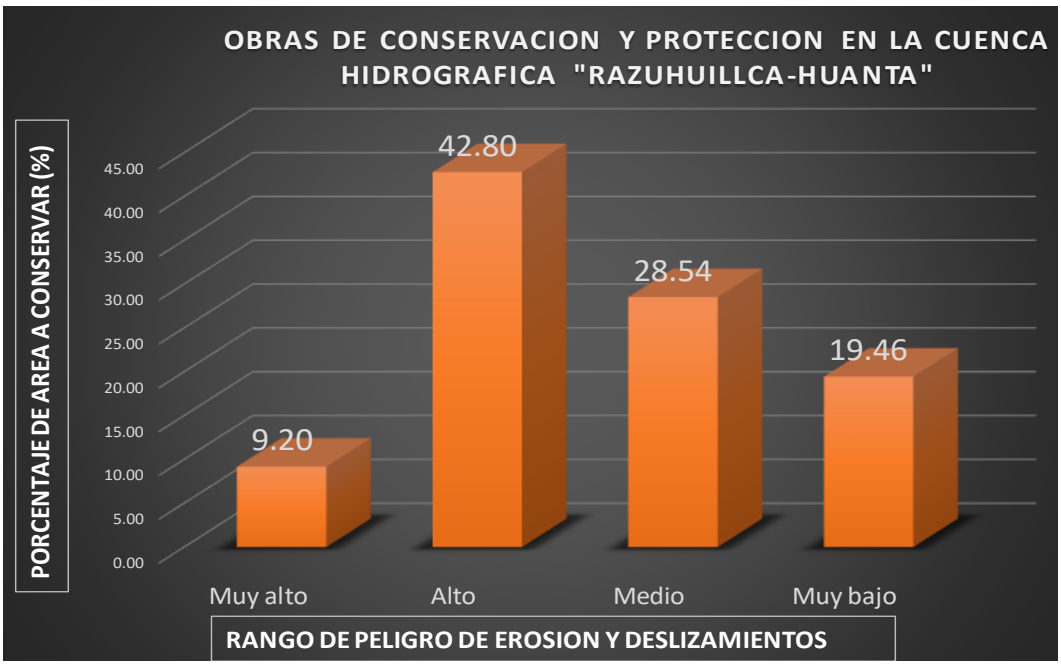
Figura 3.63. Recomendaciones de prácticas de conservación y protección de la cuenca hidrográfica Razuhuillca-Huanta.

CUADRO DE RECOMENDACIÓN DE OBRAS DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA "RAZUHUILLCA-HUANTA"						
Fuente: Elaboración propia, 2017, a partir de los datos obtenidos de la Mapa de Pendientes - Riesgos.						
RANGO DE PELIGRO DE EROSIÓN Y DESLIZAMIENTO	FUESTES DE ESTUDIO	RANGO PENDIENTE (%)	AREA QUE REQUIERE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN Y TRATAMIENTO	MEDIDAD DE PREVENCIÓN Y CONTROL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA RAZUHUILLCA	CARACTERISTICAS DE SU DISEÑO	PORCENTAJE DE AREA A CONSERVAR
Muy alto	Mapa de pendientes y mapa riesgos de erosión	> 60%	637.15	- Construcción de terrazas o andenes, en plataformas continua y escalonada en las laderas y superficies inclinadas, seguida de forestación y reforestación, con especies nativa como son, Cabuya o magüe (Agave scabra).	- Con fines técnicos, los andenes tendrán una longitud que oscilará entre 40 y 100 m, por un ancho que va desde 1,5 a 20 m, los muros de las terrazas tendrán 0,5 y 2 m de altura llegando ocasional mente a 3 m, que tendrán tres estratos (piedras, grava y tierra agrícola), este último tendrá una capa de 0.7 m, la - forestación se realizara a un distanciamiento de 2.5 m, por encima de las terrazas.	9.20
Alto	Mapa de pendientes y mapa riesgos de erosión	40 - 50%	2964.04	- Construcción de zanjas de infiltración en lugares donde hay viviendas y terrenos agrícolas y canales de desviación en lugares donde existen obras e infraestructuras, terrenos de cultivos, y viviendas	- El diseños del canal de desviación dependerá del caudal del agua acumulada de la zona, velocidad de escurrimiento, área de drenaje, la pendiente, rugosidad y forma del canal, - para el diseño de zanjas de infiltración capacidad de almacenamiento (l/ml)	42.80
Medio	Mapa de pendientes y mapa	25 - 40%	1976.17	- Forestación y reforestación utilizando planta y árboles nativos de	- El sistema de plantación, será el sistema cuadrada debido a que en la zona se realiza actividades agrícola,	28.54

	riesgos de erosión			la zona: molle(Schinus molle), cabuya o maguey (Agave scabra), penca o tunal (Opuntia ficus-indica)	el distanciamiento entre plantas será de 2.5 m aproximada mente.	
Muy bajo	Mapa de pendientes y mapa riesgos de erosión	12 - 25%	1347.44	- Defensas vivas naturales, en cauce y rivera del rio Huanta (Razuhuillca), en ambas márgenes del rio. - Defensa viva forestal, se realice plantaciones de arbustos y árboles de raíces profundas, en sectores críticos como complemento a las estructuras o defensa artificial. - Gaviones, en cauces y riveras del rio Huanta, en zonas donde las poblaciones colindan con el cauce.(Uyuvirca, Espíritu Bajo, Pampachacra, Chacco)	- Para la plantaciones defensas vivas, se mantenga un ancho entre 30 - 40 m. - Para defensas vivas forestal, se mantenga un ancho entre 10 - 30 m. - Gaviones permanece siempre la relación altura/ancho 1:1; Ysuelo=1800 kg/m3; Ypiedra= 2800 kg/me; σsuelo=2 kg/m2; θ=30º	19.46
TOTAL EN RIESGO POTENCIAL (HA)			**6924.80**			100

Fuente: Elaboración propia (2017), con indicaciones de Vásquez (2016), Pastor (2009)

Figura 3.64. Obras de prácticas de conservación y protección de la cuenca hidrográfica "Razuhuillca-Huanta"



Fuente: Elaboración propia (2017)

A partir del figura 3.62, se puede establecer los parámetros estadísticos, en relación al porcentaje de área, clasificándolos en distingos rangos: de ello se observa que el parámetro con mayor porcentaje (42.80%) es lo clasificado como rango (alto) peligro de erosión y deslizamiento, en estas zonas se recomienda la construcción de zanjas de infiltración y canales de desviación, acompañadas de las practicas forestales, para evitar la erosión, desbordamiento cauce, daños a la viviendas, parcelas, cultivos y obras estructurales.

3.1.7.1. Propuesta de obras de conservación del suelo y agua en la cuenca

Es recomendable la construcción de las siguientes obras de protección los cuales servirán para mitigar los peligros de erosión, deslizamientos huaicos por las fuertes descargas y avenidas a causa de las temporadas de lluvia según la identificación de riesgos de erosión (figura 3.63):

a. Construcción de Andenes

Para el establecimiento de un sistema de andenes hay que tener en cuenta lo siguiente: la pendiente de la ladera debe estar comprendida entre 4 y 60% preferentemente por razones de costo, la disponibilidad y caudal de las fuentes de agua para riego (manantiales, ríos, lagunas, lluvias, etc. Para andenes con fines de producción agrícola), la precipitación estacional anual en zonas de secano no debe ser menor a los 200 mm, obtener y analizar los registros hidrológicos de la máxima precipitación y máxima avenida para el cálculo de caudales máximos y problemas de erosiones, estudio geológico y edafológico de la zona para la descripción del perfil de la ladera.

Los principales parámetros que se deben considerar en el diseño de un andén son los siguientes:

- ☞ Espaciamiento entre Andenes o Terrazas: El espaciamiento entre dos andenes se puede medir utilizando la diferencia de nivel entre ellas, llamado intervalo vertical (IV) y el intervalo horizontal (IH), este último generalmente se mide en el terreno. En pendientes fuertes se debe utilizar el intervalo horizontal, puesto que la distancia superficial puede provocar errores considerables.

Las ecuaciones para el cálculo son las siguientes:

$$IV = \left(2 + \frac{S}{3 \ \acute{o} \ 4}\right) \times 0.305 \qquad (1)$$

Donde:

IV: Intervalo Vertical (m)

S: Pendiente del terreno (%)

3: Factor que se utiliza en áreas donde la Pp < 1200mm/año.

4: Factor que se utiliza en áreas donde la Pp > 1200mm/año.

0.305: Factor de corrección de pies a metros.

$$IH = \frac{IV}{S} \times 100 \qquad (2)$$

Donde:

IH: Intervalo Horizontal (m)

IV: Intervalo Vertical (m)

S: Pendiente del terreno (%)

Para la facilidad de cálculo se presenta el siguiente cuadro, donde los datos que se requieren son: pendiente del terreno y la precipitación anual de la zona.

Tabla 3.3. Espaciamientos verticales y horizontales para replantear desviaciones en terrenos de ladera según el porcentaje de pendiente y la precipitación.

Pendiente %	ZONAS CON PRECIPITACIONES MENORES A 1.200 mm/año		ZONAS CON PRECIPITACIONES MAYORES A 1.200 mm/año	
	Intervalo vertical IV m	Intervalo Horizontal IH m	Intervalo Vertical IV m	Intervalo Horizontal IH m
2	0.8133	40.67	0.7625	38.13
3	0.9150	30.50	0.8388	27.96
4	1.0167	25.42	0.9150	22.88
5	1.1183	22.37	0.9913	19.83

6	1.22	20.33	1.0675	17.79
7	1.3217	18.88	1.1438	16.25
8	1.4233	17.79	1.22	15.25
9	1.525	16.94	1.2963	14.4
10	1.6267	16.27	1.3725	13.73
11	1.7283	15.71	1..4488	13.17
12	1.8300	15.25	1.525	12.71
13	15317	14.86	1.6013	12.32
14	2.0333	14.52	1.6775	11.98
15	2.1350	14.23	1.75138	11.69
16	2.2367	13.98	1.83	11.44
17	2.3383	13.75	1.9063	11.21
18	2.4400	13.56	1.9825	11.01
19	2.5417	13.38	2.0588	10.84
20	2.6433	13.22	2.1350	10.68
21	2.7450	13.07	2.2113	10.53
22	2.8567	12.94	2.2875	10.4
23	2.9483	12.82	2.3638	10.28
24	3.0500	12.71	2.4400	10.17
25	3.1517	12.61	2.5163	10.07
26	3.2533	12.51	2.5925	9.97
27	3.3550	12.43	2.6688	9.88
28	3.4567	12.35	2.7450	9.8
29	3.5583	12.27	2.8213	9.73
30	3.6600	12.20	2.5975	9.66
31	3.7617	12.13	2.5738	9.59
32	35633	12.07	3.0600	9.53
33	3.9650	12.02	3.1263	9.47
34	4.0667	11.56	3.2025	9.42
35	4.1683	11.51	3.2788	9.37
36	4.2700	11.56	3.565	9.32

37	4.3717	11.52	3.4313	9.27
38	4.4733	11.77	3.5075	9.23
39	4.5750	11.73	3.5838	9.19
40	4.6767	11.69	3.6600	9.15
41	4.7783	11.63	3.7363	9.11
42	4.8800	1152	3.5125	9.08
43	4.9817	11.59	3.5888	9.04
44	5.0833	11.55	3.565	9.01
45	5.1850	11.52	4.0413	8.98
46	5.2867	11.49	4.1175	8.95
47	5.3883	11.46	4.1938	8.92
48	5.4900	11.44	4.2700	8.9
49	5.5917	11.41	4.5463	8.87
50	5.6933	11.59	4.422S	8.85

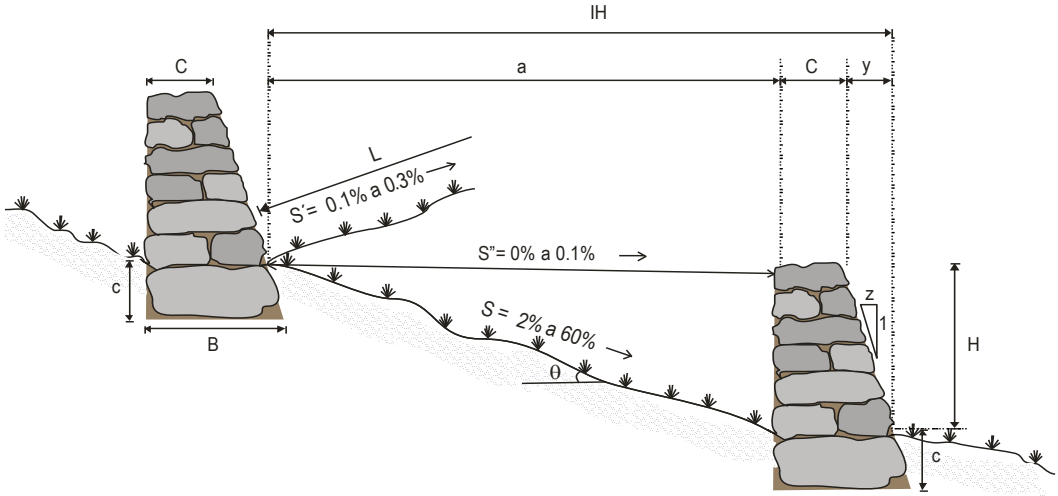
Fuente: Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas, Pastor (2009).

- Pendiente del Terreno (S): Representa la inclinación verdadera del terreno (ladera) lo cual puede fluctuar generalmente entre 2% a 60%.
- Pendiente longitudinal de la terraza (S´): Se define como la pendiente paralela a la curva de nivel de la ladera; dicho parámetro define la velocidad del flujo de agua (depende también del material de la zona), para no ser erosivo y los valores fluctúan entre 0,1 y 0,3%.
- Pendiente transversal de la terraza (S”): La plataforma o terraplén constituye técnicamente el banco del andén y está formado artificialmente por diferentes estratos del suelo. Este relleno de la terraza, no siempre es completamente horizontal, por lo general mantiene una ligera inclinación exterior que viene a ser la pendiente transversal de la terraza que absorbe la precipitación normal de las lluvias y del agua de riego permitiendo una mayor infiltración. Los valores de la pendiente transversal fluctúan entre 0,0 y 0,1%.
- Talud del muro de contención (Z): El muro nunca es vertical, se construye una pirca con ligera inclinación hacia adentro de la terraza; los valores del talud del muro fluctúan entre 0,05:1 y 0,15:1. El talud define la estabilidad del muro como

soporte del perfil del suelo, tal estabilidad también depende de la forma, tamaño y peso de la roca empleada en la piedra.

- Altura del muro (H): El muro de contención puede tener entre 0,5 y 3 m de altura dependiendo mucho del tipo de material, pendiente de la ladera y límite de la fuerza humana para edificar los muros de piedra pircada; en promedio esta altura alcanza 1,5 m, ocasionalmente llega a los 3 m de altura.

Figura 3.65. Forma de construcción de una terraza o andén y sus parámetros.



Fuente: Pág. Web Google, (Agricultura de Laderas a través de Andenes).

De la figura:

IH	: Intervalo Horizontal o ancho de andén.
L	: Longitud de andén.
S	: Pendiente del terreno.
θ	: Grado de inclinación del terreno.
Z	: Inclinación del muro de contención.
C	: ancho de la corona del muro.
a	: Ancho de la terraza o andén.
B	: Base mayor del muro.
c	: Profundidad de cimentación del muro.
y	: proyección horizontal de la inclinación.
H	: Altura de muro (Intervalo Vertical).

El tamaño y forma de la roca son importantes para asegurar una buena estabilidad del muro (los cantos rodados y las piedras pequeñas no aseguran una buena estabilidad, lo que obliga a disminuir la altura del muro; en cambio las piedras grandes de formas regulares garantizan mayor estabilidad, permitiendo construir muros mucho más altos). Generalmente en la base del muro debe emplearse piedras grandes (0,4 a 1 m de diámetro).

La altura del muro de contención (H) depende de la textura y profundidad de los suelos de la ladera. Por lo que, los siguientes parámetros deben comprender lo siguiente:

$B = 0.34H \text{ a } 0.45H \ (m)$ (3)

$C = 0.20m \text{ a } 0.40m$

$c = 0.30H \text{ a } 0.35H \ (m)$ (4)

$H = (IH)\ Tan\theta$ (5)

$H = IV$

$IH = a + C + y$ (6)

$y = Z \times H$ (7)

Donde:

IH : Ancho del andén (m).

a : Ancho del banco o terraplén (m).

C : Ancho de la corona del muro (m).

y : Proyección horizontal del talud del muro.

Z : Talud del muro de contención (0,05 a 0,15).

H : Altura del muro (m).

c : Profundidad de cimentación (m).

☞ Largo de la terraza (L): La longitud de la terraza está limitada por la presencia de obstáculos como afloramiento de rocas, presencia de cárcavas, cambios bruscos en la orientación de la ladera, presencia de cauces naturales o por excesiva pedregosidad; es por ello que en la determinación de L, interviene la configuración natural de la ladera.

Finalmente, se hace el diseño de andenes para la parte alta de los Centros Poblados Chula, Maraypata, Rumiurmascca, Santa Rosa de Ocana.

Datos: S = 10.78% (en promedio)

Pp= 462.115 mm/año (Estudio Hidrológico)

Haciendo uso de la Tabla Nº 3.3, se tiene:

IH = 15.83m e IV = 1.71m ➔ **H = 1.71m**

Como se observa, la altura "H" es muy alto, además, sabemos que el muro de contención puede tener entre 0,5 y 3 m de altura dependiendo mucho del tipo de material, pendiente de la ladera y límite de la fuerza humana para edificar los muros de piedra pircada; en promedio esta altura puede alcanzar 1,5 m. Entonces, para efectos de construcción y para la estabilidad del muro se debe disminuir el IH hasta alcanzar un IV razonable manteniendo constante la pendiente.

Además se conoce que el ancho del andén puede variar de 1.50 m a 20 m aproximadamente, entonces:

H = 1.71 m	
B = 0.45H = 0.77 m	*Propiedad* (3)
C = 0.40 m	*(criterio)*
c = 0.35H = 0.59 m	*Propiedad* (4)
Z = (B – C) / (H + c) = 0.37	
y = 0.63 m	*Propiedad* (7)
a = 14.8 m	*Propiedad* (6)

El análisis de estabilidad del andén se muestra en Anexo 08.

b. Construcción de Zanjas de Infiltración

Diseño de Zanjas de Infiltración

Las zanjas de infiltración son canales sin pendiente construidos en laderas, los cuales tienen por objetivo captar el agua que escurre, evitando procesos erosivos de manto, permitiendo que se acumule el agua de lluvia, para que infiltre más agua en el suelo (Huillca, 2013).

Diseño de las Zanjas de Infiltración

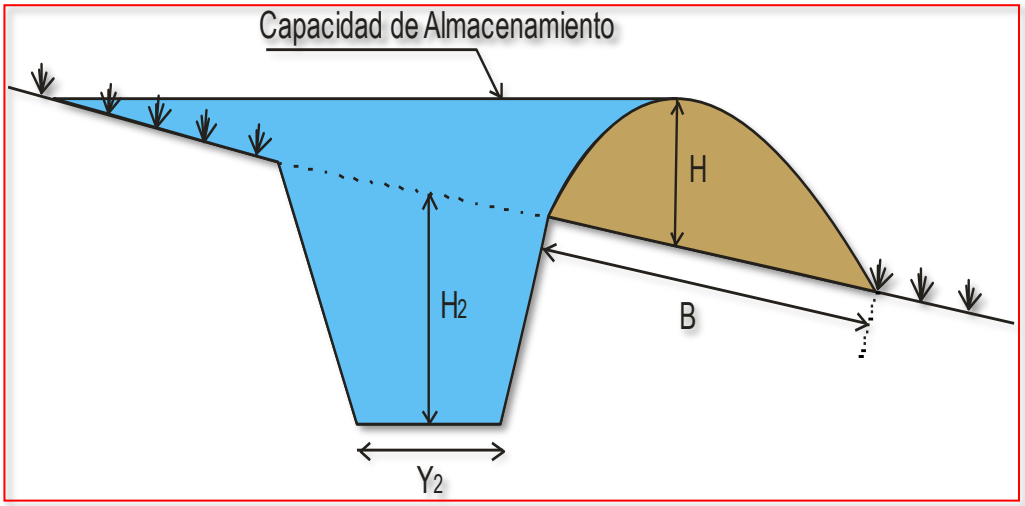
El diseño consiste en determinar el ancho del borde superior, ancho de la base, profundidad de corte, espaciamiento de una zanja a otra, los taludes y las características que determinan la sección transversal, estos dependen principalmente del tipo de suelo y las características de la lluvia en la zona.

Las Zanjas de Infiltración, consiste en pequeños surcos que sigue las curvas de nivel (S=0%). Cuanto mayor sea la pendiente del terreno las zanjas deben estar más cerca de una a otra.

La inclinación del talud puede variar según la textura del suelo, así:

- Textura suelta 1:1 a 2:1 (H:V)
- Terreno firma 0.5:1 a 1:1 (H:V)

Figura 3.66. Forma geométrica de las zanjas de infiltración.



Fuente: Huillca, 2013

Donde:

Y2 : Longitud de corte (cm)

H2 : Profundidad de corte (cm).

B : Longitud de bordo (cm).

H : Altura de bordo (cm)

Para el diseño de la Zanja de Infiltración se utilizará la siguiente ecuación:

$$\mathbf{A = E \times C \times I_{max} \times 10} \qquad \text{(a)}$$

Donde:

A : Capacidad de Almacenamiento (l/ml)

E : Espaciamiento de una zanja a otra (IH) en m.

C : Coeficiente de escorrentía.

I_{max} : Intensidad máxima de precipitación (cm/día).

10 : factor de corrección.

Para el uso de la fórmula anterior se hará uso de las siguientes tablas.

Tabla 3.4. Valores de escorrentía, coeficiente C.

TOPOGRAFÍA	TEXTURA DEL SUELO		
COBERTURA VEGETAL	FRANCO ARCILLOSO **(Gruesa)**	FRANCO–LIMO ARCILLOSO **(media)**	ARCILLA DURA **(fina)**
Bosques Plana (0-5%) pendiente Ondulada (5-10%) pendiente Ladera (10 – 30%) pendiente	 0.10 0.26 0.30	 0.30 0.35 0.50	 0.40 0.50 0.60
Pastos Plana (0-5%) pendiente Ondulada (5-10%)pendiente Laderas (10 – 30%) pendiente	 0.10 0.16 0.22	 0.30 0.36 0.42	 0.40 0.55 0.60
Cultivada Plana (0-5%) pendiente Ondulada (5-10%)pendiente Laderas (10 – 30%) pendiente	 0.30 0.40 0.52	 0.50 0.60 0.72	 0.60 0.70 0.82
Áreas Urbanas	30%	50%	70%
DE ÁREA IMPERMEABLE			
Plana	0.40	0.65	0.65
Ondulada	0.50	0.65	0.80

Fuente: Orbe (1983), citado por Pastor, J., (2009).

Tabla 3.5. Dimensionamiento y Capacidad de Almacenamiento de la Zanja de Infiltración.

Pendiente %	H	B	H2	Y2	Capacidad de Almacenamiento (l/ml)
5	40	80	36	60	1413
		90	40	60	1428
		100	44	60	1443
	45	90	45	60	1789
		100	50	60	1805
		110	47	70	1822
	50	100	58	60	2208
		110	52	70	2227
		120	57	70	2245
10	40	80	36	60	765
		90	40	60	780
		100	44	60	795
	45	90	45	60	969
		100	43	70	985
		110	47	70	1002
	50	100	56	60	1196
		110	52	70	1214
		120	57	70	1232
15	45	90	45	60	695
		100	43	70	712
		110	47	70	729
	50	100	56	60	858
		110	52	70	877
		120	57	70	895
	55	110	58	70	1039
		120	63	70	1059
		130	68	70	1079
20	45	90	45	60	559
		100	50	60	575
		110	47	70	592
	50	100	56	60	690
		110	52	70	708
		120	57	70	726
	55	110	58	70	834

		120	63	70	855
		130	68	70	875
30	50	100	56	60	521
		110	52	70	539
		120	57	70	557
	55	110	58	70	630
		120	63	70	650
		130	68	70	671
	60	120	69	70	750
		130	65	80	772
40	50	100	56	70	436
		110	52	70	455
		120	57	70	473
	55	110	58	70	528
		120	63	70	548
		130	68	70	568
	60	120	69	70	628
		130	65	80	650

Fuente: Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas, Pastor (2009).

Utilizando las tablas 3.3 y 3.4, encontramos los valores de “E” y “C” de la ecuación (a).

Del estudio de mecánica de suelos y estudio de velocidad de infiltración ver (Anexo 09 y 10) se determinó que el tipo de suelo es Franco Arcilloso el cual es de textura media en ladera.

La zona de intervención del proyecto, cuenca Razuhuillca, es una zona de pastizales que tiene una topografía en ladera y con una pendiente promedio de 11% (usamos 15% en la Tabla 3.5 por ser próximo), por lo que:

De la tabla 3.4 **C = 0.42** (Textura media en ladera)

De la tabla 3.3 **E = IH = 15.71m** y IV = 1.72m

El diseño de la Zanja de Infiltración lo calculamos para un periodo de retorno de 5 años y para una precipitación máxima conservadora de 3 horas, entonces, del Figura 3.22, tenemos:

T = 180 min.

I_{max} = 6.722 mm/h = 16.1328 cm/día

Tr = 5 años.

Reemplazando valores en (a):

A = 15.71 x 0.42 x 16.1328 x 10 = 1064.47 l/ml.

Haciendo uso de la Tabla 3.5, tenemos:

15	45	90	45	60	695
		100	43	70	712
		110	47	70	729
	50	100	56	60	858
		110	52	70	877
		120	57	70	895
	55	110	58	70	1039
		120	63	70	1059
		130	68	70	1079

Interpolando:

55	120	63	70	1059
H	B	H2	Y2	1064.47
55	130	68	70	1079

Tenemos:

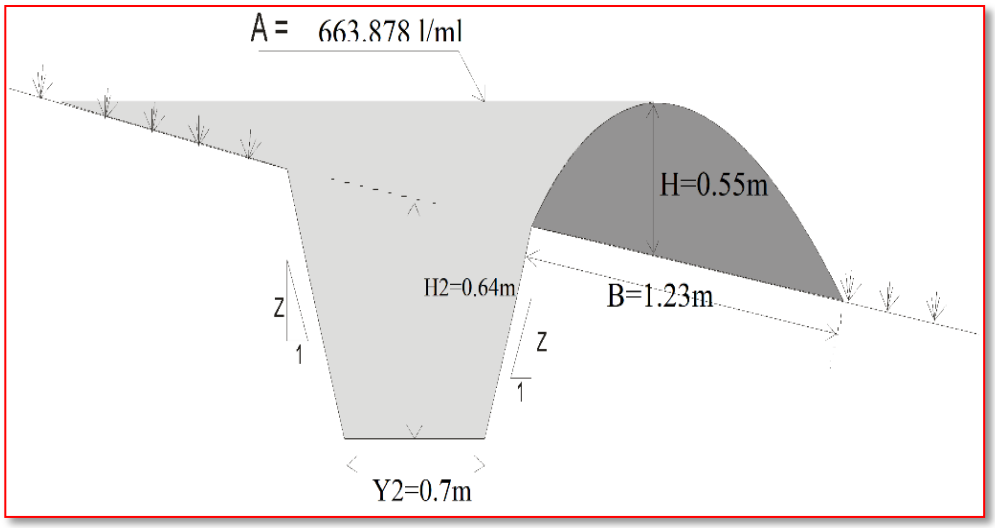
H	= 55 cm	= 0.55 m
B	= 122.74 cm	= 1.23 m
H2	= 64.37 cm	= 0.64 m
Y2	= 70 cm	= 0.7 m
L	= 10m	(largo de zanja, criterio)

Espaciamiento de una zanja a otra: E = 13.56m

La geometría de la zanja de infiltración generalmente depende de la textura del suelo, por lo que, para este diseño será de forma trapezoidal, ya que el suelo de la cuenca Razuhuillca - Huanta es de material suelta (Franco arcillo arenoso).

Presenta una sección trapezoidal con una pendiente lateral del talud aguas abajo de 1:z, donde z = 0,5 a 0,7 y una pendiente lateral del talud aguas arriba de 1:z, donde z = 0,8 a 1.

Figura 3.67. Diseño final de la zanja de infiltración.



Fuente: Elaboración propia, 2017

El distanciamiento a través de la pendiente entre las zanjas se calcula de acuerdo a la precipitación de diseño, lo que puede variar según la inclinación del terreno. El largo fluctúa entre 3 a 6 metros y la separación o tabique entre zanjas en la curva de nivel, varía entre 0,7 y 1,5 metros, según la altura de ellas (Huillca, 2013).

Aguas abajo de la obra, se deberá construir un camellón de similar altura que la zanja y con un ancho equivalente a la anchura superior de la obra.

Adicionalmente, es posible incorporar algunas plantaciones en los espacios intermedios entre zanjas, con el propósito de disminuir la escorrentía del agua y el proceso erosivo.

Por otro lado, es importante enfatizar que la mantención de las zanjas es imprescindible para aumentar su vida útil; esta mantención se refiere a la limpieza del material arrastrado por el agua, el mantenimiento generalmente se puede realizar en los meses de lluvia al menos una vez por mes.

c. Diseño de Muros de Contención

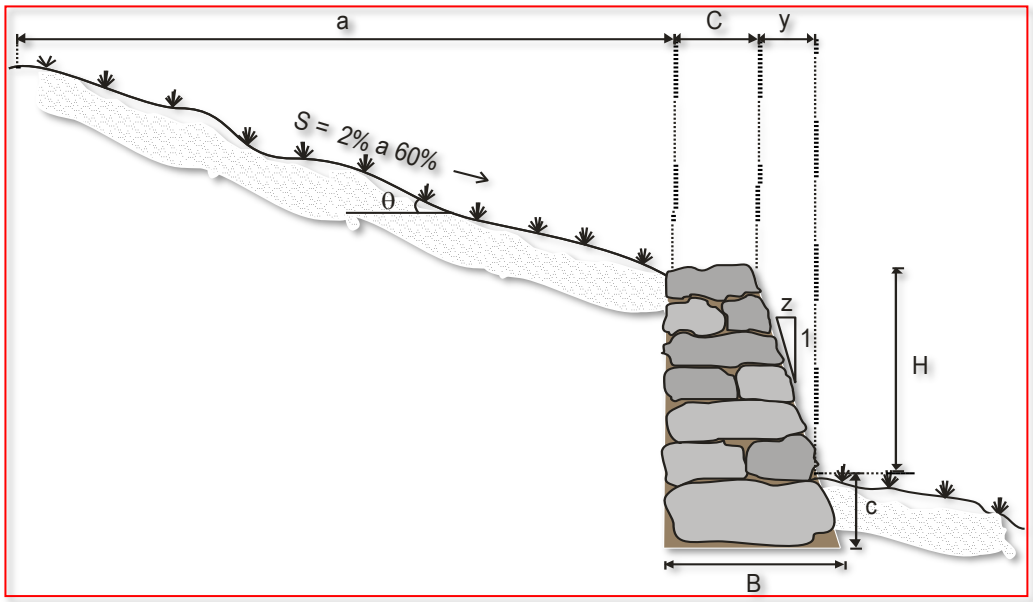
El diseño del muro de contención se basa principalmente en un muro tipo pirca (terraza) ya que el principio de este estudio es emplear materiales del lugar en el proceso constructivo de las estructuras planteadas.

Los muros en piedra son estructuras construidas con bloques o cantos grandes de roca, los cuales se colocan unos sobre otros en forma manual o al volteo. El tamaño de los bloques utilizados generalmente supera las 3 pulgadas y pueden utilizarse bloques hasta de 1 metro de diámetro si se tiene equipo adecuado para su colocación. El diseño consiste en determinar las dimensiones exteriores del terraplén.

Diseño de un muro de contención tipo pirca

- ☞ Pendiente del Terreno (S): Representa la inclinación verdadera del terreno (ladera) lo cual puede fluctuar generalmente entre 2% a 60%.
- ☞ Talud del muro de contención (Z): El muro nunca es vertical, se construye una pirca con ligera inclinación hacia adentro del terraplén; los valores del talud del muro fluctúan entre 0,05:1 y 0,15:1. El talud define la estabilidad del muro como soporte del perfil del suelo, tal estabilidad también depende de la forma, tamaño y peso de la roca empleada en la piedra.
- ☞ Altura del muro (H): El muro de contención puede tener entre 0,5 y 3 m de altura dependiendo mucho del tipo de material, pendiente de la ladera y límite de la fuerza humana para edificar los muros de piedra pircada; en promedio esta altura alcanza 1,5 m, ocasionalmente llega a los 3 m de altura.

Figura 3.68. Diseño de muros de contención tipo pirca.



Fuente: Página web Google (dimensionamiento de muros tipo pirca)

De la figura:

S: Pendiente del terreno.

θ: Grado de inclinación del terreno.

Z: Inclinación del muro de contención.

C: ancho de la corona del muro.

a: Ancho de la plataforma y/o terraplén.

B: Base mayor del muro.

c: Profundidad de cimentación del muro.

y: proyección horizontal de la inclinación.

H: Altura de muro.

El tamaño y forma de la roca son importantes para asegurar una buena estabilidad del muro (los cantos rodados y las piedras pequeñas no aseguran una buena estabilidad, lo que obliga a disminuir la altura del muro; en cambio las piedras grandes de formas regulares garantizan mayor estabilidad, permitiendo construir muros mucho más altos). Generalmente en la base del muro debe emplearse piedras grandes (0,4 a 1 m de diámetro).

La altura del muro de contención (H) depende de la textura y profundidad de los suelos de la ladera. Por lo que, los siguientes parámetros deben comprender lo siguiente:

$B = 0.34H \text{ a } 0.45H \text{ (m)}$ (i)

$C = 0.20m \text{ a } 0.40m$

$c = 0.30H \text{ a } 0.35H \text{ (m)}$ (ii)

$H = (a+C+y)\ Tan\theta$ (iii)

$y = Z \times H$ (iv)

Dónde:

a: Ancho de la plataforma y/o terraplén (m).

C: Ancho de la corona del muro (m).

y: Proyección horizontal del talud del muro.

Z: Talud del muro de contención (0,05 a 0,15).

H: Altura del muro (m).

c: Profundidad de cimentación (m).

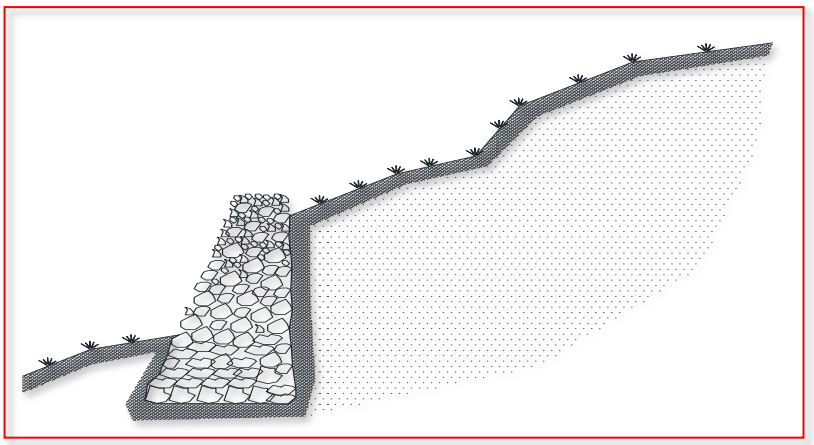
A continuación se muestra los resultados del diseño de un muro tipo pirca:

Figura 3.69. Diseño de un muro tipo pirca.

TABLA DE DISEÑO DE UN MURO DE PIRCA							
H	B	C	c	Z	y	θ	a
0.50	0.17	0.20	0.15	0.05	0.03	15.00	1.64
	0.23	0.40	0.18	0.15	0.08	30.00	0.39
1.00	0.34	0.20	0.30	0.05	0.05	15.00	3.48
	0.45	0.40	0.35	0.15	0.15	30.00	1.18
1.50	0.51	0.20	0.45	0.05	0.08	15.00	5.32
	0.68	0.40	0.53	0.15	0.23	30.00	1.97
2.00	0.68	0.20	0.60	0.05	0.10	15.00	7.16
	0.90	0.40	0.70	0.15	0.30	30.00	2.76
2.50	0.85	0.20	0.75	0.05	0.13	15.00	9.01
	1.13	0.40	0.88	0.15	0.38	30.00	3.56
3.00	1.02	0.20	0.90	0.05	0.15	15.00	10.85
	1.35	0.40	1.05	0.15	0.45	30.00	4.35

Fuente: Huillca, 2013.

Figura 3.70. Forma típica de un muro tipo pirca.



Fuente: Huillca, 2013.

3.1.7.2. Forestación y reforestación de zonas estratégicas de la cuenca.

La forestación se plantea bajo el sistema de plantación cuadrada debido a que en el lugar hay zonas donde se realiza la actividad agrícola, por lo que, los cálculos para este sistema se muestra a continuación.

$A_f = 197619.45\ ha$. (Figura 4.16).

Propiedades fundamentales para el cálculo.

$$D_S = \frac{10{,}000.00m^2}{L \times l\ (m^2)} \left(\frac{plt}{ha}\right) \qquad y \qquad N°_{plt} = \frac{D_S \times A_f}{1{,}000}\ (millares)$$

Dónde: A_f: Área a forestar (ha.).

D_S: Densidad de siembra (plt/ha.).

$N°_{plt}$: Número de plantas a instalar (millares).

L, l: Distanciamiento entre plantas (largo y ancho) (m).

Figura 3.71. Cálculo del número de plantas para la forestación.

SISTEMA DE PLANTACIÓN		
DATOS	VALORES	UNIDAD
b =	2.5	m
h =	2.5	m
Af =	1976.17	ha
Area	6.25	m2
Ha	1976.17	m2
Densidad	1600	Plantas

RUBRO	META	UNIDAD
Densidad	1600	Plan/Ha
Superficie	1976.17	Ha
Plantas	3161.872	Millar

ESPECIES FORESTALES			
ESPECIES	AREA (ha)	CANTIDAD	UNIDAD
MOLLE (50%)	988	1581	Millar
CABUYA (40%)	790	1265	Millar
PENCA (10%)	198	316	Millar
Total	1976	3162	

Fuente: Elaboración propia (2017), con datos de apuntes de clase, manejo de cuencas hidrográficas (2009).

La cuenca hidrográfica "Razuhuillca-Huanta" cuenta con un área 87.24 km2, 8724 ha, de los cuales se ha identificado según (cuadro 4.22 y figura 4.16) un área 1976.17 ha, para forestar y reforestar, lo cual, de acuerdo al cuadro anterior se necesitaría 3162

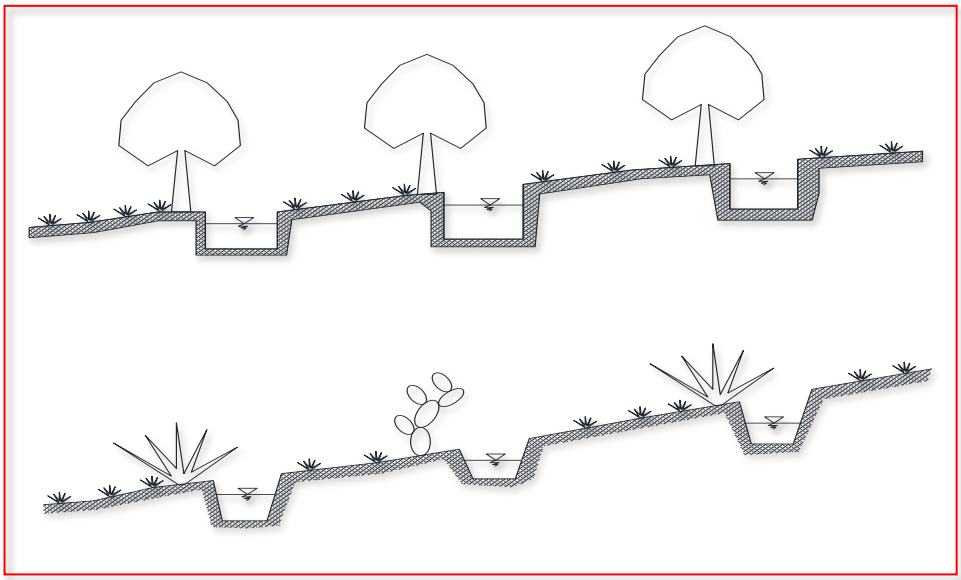
millares de plantones de las especies de Molle, Cabuya o Maguey y penca, estas plantas deben de estar distribuidos de la siguiente manera:

EL MOLLE (*Schinus molle* L.) debe ocupar el 988 ha de la superficie (50%) con 1581 millares de plantas de estas, el molle es un árbol de tipo forestal y tiene mayor capacidad de retener la humedad de la precipitación y por su resistencia a la escases de agua.

LA CABUYA (*Agave scabra*) debe ocupar el 790 ha (40%) de la superficie a reforestar con 1265 millares de cabuya, las plantas de cabuya se debe emplear en lugares estratégicos como laderas de pendiente fuerte y en suelos de poca estabilidad debido a que la cabuya a través de su enraizamiento tiende a estabilizar el suelo y es resistente a la escases de agua.

LA PENCA o TUNAL (*Opuntia ficus-indica*) debe de estar distribuido en 198 ha (10%) de la superficie de reforestación con 316 millares de pencas, éstas deben de estar localizadas en terrenos de ladera debido a que sus raíces son superficiales y estabilizan el suelo y es resistente a la escases de agua.

Figura 3.72. Área de forestación y reforestación.



Fuente: Huillca, 2013.

3.1.8. Identificación del Sistema Hidráulico Común en las Cuencas

En la reunión del día 22/06/2016, convocado por la oficina del ALA ayacucho, se ha identificado para trabajos de campo 01 sector hidráulico, 12 subsectores hidráulicos, 15 comisiones, 153 comités de usuarios de agua del sector hidráulico.

Se dio inicio los trabajos de campo 05/07/2016, con la participación de los comuneros y dirigentes de los subsectores hidráulicos, identificando en el Sector Hidráulico Menor Huanta, se tiene varios sistemas hidráulicos comunes que conforman los Subsectores Hidráulicos, los más importantes son:

- Sistema Hidráulico Común Lluncuna – Anta – Huamanguilla.
- Sistema Hidráulico Común Lluncuna – Quiturara – Huamanguilla.
- Sistema Hidráulico Común Chinchaysuyo – Huamanguilla.
- Sistema Hidráulico Común Ccanccemolino – Iguaín.
- Sistema Hidráulico Común Pisccoccocha Ccarapa.
- Sistema Hidráulico Común Razuhuillca.
- Sistema Hidráulico Común Huancayocc Huamanccacca
- Sistema Hidráulico Común Tomapata Silveracucho.
- Sistema Hidráulico Común Yungayllu Pahuanacucho.
- Sistema Hidráulico Común Seccllas.
- Sistema Hidráulico Común Pichiurara.
- Sistema Hidráulico Común Ccollana Ccayau.
- Sistema Hidráulico Común Uchpas
- Sistema Hidráulico Común Cedro Huerta – Intay.
- Sistema Hidráulico Común Hatunyarcca.
- Sistema Hidráulico Común Seccebamba.
- Sistema Hidráulico Común Ñahuinchayocc - Yuraccraccay – Iscutacucc.
- Sistema Hidráulico Común Chamana.
- Sistema Hidráulico Común Santa Rosa de Ocana – San Pedro de Pampay
- Sistema Hidráulico Común Paccyahuaycco
- Sistema Hidráulico Común Huayllay.

Exiten 21 sistemas hidráulicos comunes en el Sector Hidráulico Menor Huanta, de los cuales Sistema Hidráulico Común Santa Rosa de Ocana – San Pedro de Pampay son las de importancia para este estudio.

3.1.8.1. Identificación de las fuentes de agua y estructuras hidráulicas de la cuenca del SHMH y Ubicación de los Punto de Captación.

Se ha logrado identificar en los trabajos de campo realizados diecinueve (19) fuentes de agua de mayor importancia de las cuencas del SHMH, figura 3.73

Figura 3.73. Fuentes de Agua natural y ubicación del punto de captación del Subsector hidráulico Ocana Paccayhuaycco.

Nº	Sector/Subsector hidráulico propuesto	FUENTE		Nombre de la fuente	Nombre de la estruc. de capt.	Tipo de estruc. De capt.	Qd (m3/s)	Coord. UTM de la Ubic. Captación		
		Origen	Tipo					ESTE	NORTE	ZONA
1	Ocana - Paccayhuaycco	Qda.	Nat.	Canteria	Bocatoma	Ru	0.03	579833	8575364	18L
2	Ocana - Paccayhuaycco	Qda.	Nat.	Minascuchco	Bocatoma	Pe	0.02	578642	8577658	18L
3	Ocana - Paccayhuaycco	Qda.	Nat.	Ocana	Bocatoma	Ru	0.02	578112	8577207	18L
4	Ocana - Paccayhuaycco	Qda.	Nat.	Paccayhuaycco	Bocatoma	Ru	0.01	579679	8580776	18L
5	Ocana - Paccayhuaycco	Qda.	Nat.	Isccana	Bocatoma	Ru	0.02	577992	8581312	18L

Fuente: Elaboración propia (2017), con datos proporcionados por ALA – Ayacucho

El Subsector hidráulico Ocana Paccayhuaycco, la misma que está conformado por cinco (05) fuentes de agua de mayor importancia, como se muestra en el Figura 3.73.

3.1.8.2. Obras de almacenamiento

En el Sector Hidráulico Menor Huanta, cuenta con obras de almacenamiento de tamaños medianos un total (48) obras de almacenamiento como las represas del Subsector Razuhuillca, las mismas que está en proceso de trabajos de campo, además los subsectores hidráulicos cuentan con pequeños reservorios que se detalla en la (figura 3.74).

Figura 3.74. Obras de almacenamiento del Subsector Hidráulico Ocana Paccayhuaycco.

ORD	UBIC_SSH	NOMBRE	Vol_m3	METERIAL	ESTADO	ESTE	NORTE	ZONA
1	OCANA PACCAYHUAYCCO	Huatuscalle	385.361	Geomembrana	Regular	576996	8580149	18L
2		Huatuscalle 2	145.697			576785	8579765	18L
3		Huatuscalle 3	527.235			576524	8579557	18L
4		Huatuscalle 4	528.739			576237	8579539	18L
5		Rojas	520.966	Concreto	Buena	577057	8577791	18L
6		Patayarcca	1244.962	Concreto	Buena	578131	8577384	18L
7		Cabezascucho	988.814	Concreto	Malo	577538	8576824	18L
8		Ccechccatoma Pampay	329.623	Rustico	Regular	577089	8576470	18L
9		Pampay	3100.439	Concreto	Bueno	577894	8576414	18L
10		Pampay purgatorio baja	409.685	Concreto	Regular	577358	8575532	18L
11		Paucapata	294.753	Concreto	Bueno	577999	8576983	18L
12		Canteria	945.342	Concreto	Bueno	579829	8575541	18L

Fuente: Elaboración propia (2017)

3.1.8.3. Canales de derivación

El Sector Hidráulico Menor Huanta, Clase B, se abastece con los canales de derivación en cada Subsector Hidráulicos por los canales de derivación y sus laterales de diferentes órdenes, cuyos caudales fluctúan de 0,002 a 2,50 m3/s. tal como se muestra en la figura 3.77.

En todo el ámbito del Sector Hidráulico Menor Huanta, se ha identificado la infraestructura hidráulica en los diferentes subsectores hidráulicos. Donde se tiene 133 canales de derivación, que suman 148,616 km de canales revestidos y 115,771 km de canales de derivación no revestidos haciendo un total de 264,387 km de infraestructura hidráulica de derivación.

Figura 3.75. Canales de derivación del Subsector hidráulico Ocana Paccayhuaycco.

Nº	Subsector Hidráulico Propuesto	Nombre del canal	Caudal máximo de diseño (m3/s)	Coordenadas UTM del Inicio		Coordenadas UTM del Final		Longitud del canal		
				Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)	Revestido (km)	Sin revestir (km)	Total (km)
1	OCANA - PACCAYHUAYCCO	IZARRA	0.0050	578608	8577644	578288	8577375	0.000	0.530	0.530
2	OCANA - PACCAYHUAYCCO	CABEZASCUCHO - QUILLAS	0.0400	577580	8576851	575984	8577180	0.000	2.471	2.471
3	OCANA - PACCAYHUAYCCO	OCCECCACCA	0.0150	577689	8576913	577671	8576461	0.000	0.615	0.615
4	OCANA - PACCAYHUAYCCO	LUCMATOMA	0.0080	578362	8577568	578237	8577295	0.000	0.370	0.370
5	OCANA - PACCAYHUAYCCO	MINASCUCHO	0.0100	577684	8578027	577373	8578171	0.000	0.406	0.406
6	OCANA - PACCAYHUAYCCO	PAUCAPATA	0.0350	578112	8577207	578119	8576638	0.703	0.000	0.703
7	OCANA - PACCAYHUAYCCO	CEDROHUAYCCO	0.0050	578179	8577291	578091	8577236	0.000	0.105	0.105
8	OCANA - PACCAYHUAYCCO	CABRERA	0.0050	577409	8576690	577294	8576657	0.000	0.130	0.130

9	OCANA - PACCAYHUAYCCO	PAMPAY	0.0350	577488	8576743	577429	8576506	0.000	0.284	0.284
10	OCANA - PACCAYHUAYCCO	PAMPAY	0.0350	577429	8576506	577747	8575844	0.000	0.850	0.850
11	OCANA - PACCAYHUAYCCO	CASAVERDE	0.0060	577784	8576982	577487	8576905	0.000	0.329	0.329
12	OCANA - PACCAYHUAYCCO	MINASCUCHO	0.0350	578070	8577374	578070	8577374	1.522	0.000	1.522
13	OCANA - PACCAYHUAYCCO	ISCCANA MARQGEN DERECHA	0.0200	577982	8581306	577029	8582017	0.000	1.466	1.466
14	OCANA - PACCAYHUAYCCO	IZQANA MARGEN IZQUIERDA	SD	577269	8581558	576750	8581343	0.000	0.664	0.664
15	OCANA - PACCAYHUAYCCO	MESAPATA	0.0100	579119	8580844	578101	8580871	0.000	1.361	1.361
16	OCANA - PACCAYHUAYCCO	CANTERIA	SD	579929	8575542	579929	8575543	0.000	1.218	1.218
17	OCANA - PACCAYHUAYCCO	MONTECUCHO - CHAMANA	0.0080	579832	8575364	579593	8574667	0.000	0.879	0.879
18	OCANA - PACCAYHUAYCCO	CANTERIA	SD	579929	8575543	579842	8575536	0.000	0.091	0.091
19	OCANA - PACCAYHUAYCCO	PAUCAPATA PAMPAY	0.0350	578119	8576638	577962	8576356	0.000	0.660	0.660

Fuente: Elaboración propia (2017)

El **subsector hidráulico Ocana Paccayhuaycco**, se abastece con los canales de derivación y sus laterales de diferentes órdenes, cuyos caudales fluctúan de 0,005 a 0.035 m3/s. tal como se muestra en la figura 3.75.

3.1.8.4. Canales de distribución a nivel de L1

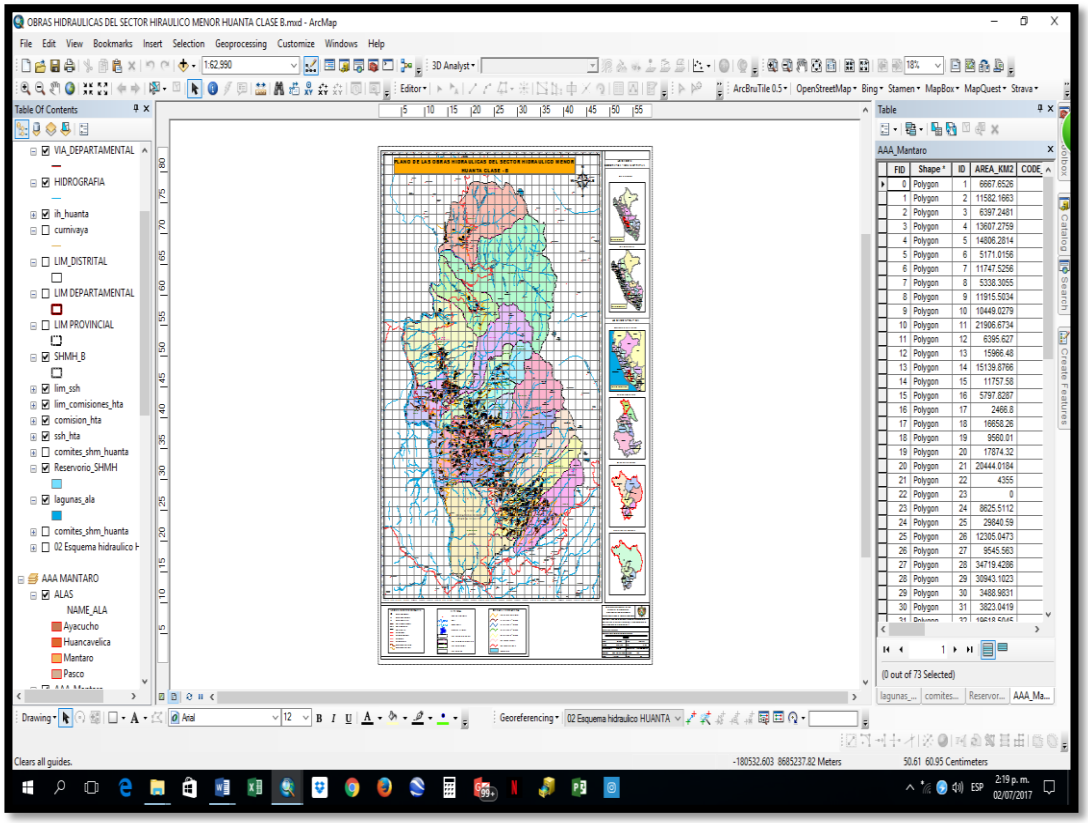
Los canales de distribución con los que se abastece los subsectores hidráulicos hasta el momento se ha identificado, en total son 15 canales laterales en los diferentes subsectores hidráulicos donde los caudales que conducen y distribución fluctúan de 0,005 m3/s a 0,250 m3/s. de los cuales 3.237 km de canal de distribución. La misma que se muestra en la figura 3.79.

Figura 3.76. Canales laterales del Subsector Hidráulico Ocana Paccayhuaycco.

Nº	Subsector Hidráulico Propuesto	Nombre del canal	Caudal máx.de diseño (m3/s)	Coordenadas UTM del Inicio		Coordenadas UTM del Final		Orden	Longitud del canal		
				Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)		Revestido (km)	Sin revestir (km)	Total (km)
1	OCANA - PACCAYHUAYCCO	AGUILAR	0.0050	577458	8577651	577168	8577787	L2	0.000	0.376	0.376
2	OCANA - PACCAYHUAYCCO	ATACCOPATA 2	0.0100	577930	8577366	577487	8576913	L2	0.000	0.726	0.726
3	OCANA - PACCAYHUAYCCO	HUACCTA	0.0050	577808	8576531	577697	8576617	L2	0.000	0.151	0.151
4	OCANA - PACCAYHUAYCCO	GUINDAS	0.0050	577989	8576772	577940	8576725	L2	0.000	0.070	0.070
5	OCANA - PACCAYHUAYCCO	GUINDASTOMA 2	0.0100	578051	8576832	577907	8576837	L2	0.000	0.212	0.212
6	OCANA - PACCAYHUAYCCO	S/N	0.0050	577296	8576542	577242	8576495	L2	0.000	0.135	0.135
7	OCANA - PACCAYHUAYCCO	HUAMANMARCA	0.0050	577762	8577455	577570	8577438	L2	0.000	0.219	0.219
8	OCANA - PACCAYHUAYCCO	SANCHEZ	0.0050	577815	8577418	577637	8577320	L2	0.000	0.210	0.210
9	OCANA - PACCAYHUAYCCO	ATACCO 1	0.0080	577747	8577096	577747	8577096	L2	0.000	0.437	0.437
10	OCANA - PACCAYHUAYCCO	CCECHCCATOMA 2	0.0050	577923	8577102	577823	8577096	L2	0.000	0.156	0.156
11	OCANA - PACCAYHUAYCCO	BUENAVISTA 2	0.0050	577704	8577777	577531	8577829	L2	0.000	0.189	0.189
12	OCANA - PACCAYHUAYCCO	CAPILLA PAMPAY	0.0050	577770	8576354	577680	8576231	L2	0.000	0.162	0.162
13	OCANA - PACCAYHUAYCCO	S/N	0.0050	577765	8576357	577667	8576376	L2	0.000	0.104	0.104
14	OCANA - PACCAYHUAYCCO	TOCCYASCCA	0.0050	577571	8576520	577599	8576446	L2	0.000	0.090	0.090

Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.77. Sistematización de datos en programa ArcGis 10.3, de los Obras hidráulicas.



Fuente: Elaboración propia (2017)

Ver el resultado (Anexo 17.3) del ordenamiento e identificación de las Obras hidráulicas.

3.1.8.5. Sistema de drenaje

No cuenta con un sistema de drenaje propiamente dicho, lo constituye únicamente las depresiones y quebradas naturales existentes que drenan las aguas excedentes en todo el ámbito del Sector Hidráulico Menor Huanta.

3.1.8.6. Otros bienes asociados al agua relevante para la delimitación

Son aquellos bienes con relación directa al recurso hídrico. Tal como se muestra en el Figura 3.82.

Figura 3.78. Bienes asociados al agua.

Nº	Nombre	Tipo de bien/obra	Ubicación	Descripción
1	Canal de derivación	Vía de vigilancia	Margen Der. E Izq. De los canales de derivación	A lo largo de algunos canales de derivación
2	Varios canales laterales	Caminos de vigilancia	Algunas partes de los canales laterales	Falta realizar el inventario de caminos en los canales.
3				

Fuente: Elaboración propia (2017)

3.2. Determinación en ámbito del Sector Hidráulico y Subsector Hidráulico.

3.2.1. Nombre del sector hidráulico propuesto

"Sector Hidráulico Menor Huanta, Clase B". Definido de acuerdo al reglamento de operadores hidráulicos (R.J Nº 492-2011-ANA).

La delimitación de los Subsectores hidráulicos motivo del presente trabajo es el Sector Hidráulico Menor Huanta y el subsector hidráulico Ocana Paccayhuaycco.

3.2.2. Nombre de la Entidad a Cargo de la Operación y Mantenimiento de la Infraestructura Hidráulica

La entidad que está a cargo de la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica, menor o laterales de primer y demás órdenes es la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Ayacucho. A través de sus organizaciones de Usuarios que son las Comisiones y Comités de Usuarios de Agua. (R.J Nº 492-2011-ANA)

3.2.3. Clase del Sector Hidráulico

La clase del Sector Hidráulico Menor Huanta; es la clase B, de acuerdo al reglamento de operadores hidráulicos se distingue por comprender, entre obras de derivación en uno o más puntos de la infraestructura mayor o en una fuente natural de agua de régimen permanente. (R.J Nº 492-2011-ANA)

3.2.4. Ubicación del Sector Hidráulico

3.2.4.1. Administrativa

Figura 3.79. Ubicación administrativa de la cuenca.

Institución	Razón social
Autoridad Administrativa del Agua	X - MANTARO
Administración local del Agua	AYACUCHO

Fuente: Elaboración propia (2016)

3.2.4.2. Hidrográfica

Figura 3.80. Ubicación hidrográfica de la cuenca.

	Nombre/detalle
Vertiente Hidrográfica	Atlántico
Unidad Hidrográfica	Mantaro
Código Nº	4996

Fuente: Elaboración propia (2016)

Hidrográficamente se encuentra en la Vertiente del Atlántico, y de acuerdo a la codificación de la metodología de PFAFSTETTER, es la siguiente Cuadro.

Figura 3.81. Codificación de la metodología PFAFSTETTER de la cuenca.

ORDEN	NIVEL	CODIGO	NOMBRE DE LA UNIDAD HIDROGRAFICA
01	1	4	Región Hidrográfica del Amazonas
02	2	49	Alto Amazonas
03	3	499	Ucayali
04	4	4996	Mantaro
05	5	49962	Warpas
06	5	49961	Intercuenca 49961(*)

Fuente: Elaboración propia (2016)

(*) El ámbito del ALA Ayacucho, abarca una pequeña parte de la UH 49961.

El Sector Hidráulico Menor Huanta, abarca una parte de las unidades hidrográficas del nivel 6 de acuerdo a la codificación de la metodología de PFAFSTETTER, siendo éstas: 499619 Cuenca del Río Upamayo, 499621 intercuenca Huarpa, una parte de la intercuenca 499623 conformada por varias microcuencas y una parte de 499624 cuencas del río Pongora.

Las principales fuentes hídricas del ámbito del Sector Hidráulico Huanta son:

Lagunas: Yanaccocha – Huamanguilla, Moroccocha, Peruaccocha, Pisccoccocha, Pampaccocha, Yanaccocha – Huanta, San Antonio, Chacaccocha, Ccarccarccocha, Yanaccocha – Luricocha,

Ríos: Lluncuna, Ayahuarcuna, Chichua, Razuhuillca, Huanta, Opancca, Luricocha, Paccayhuaycco, Huayllay, Paqchancca y Allpachaka.

3.2.4.3. Política

El ámbito del Sector Hidráulico Menor Huanta, está comprendido en el departamento de Ayacucho, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

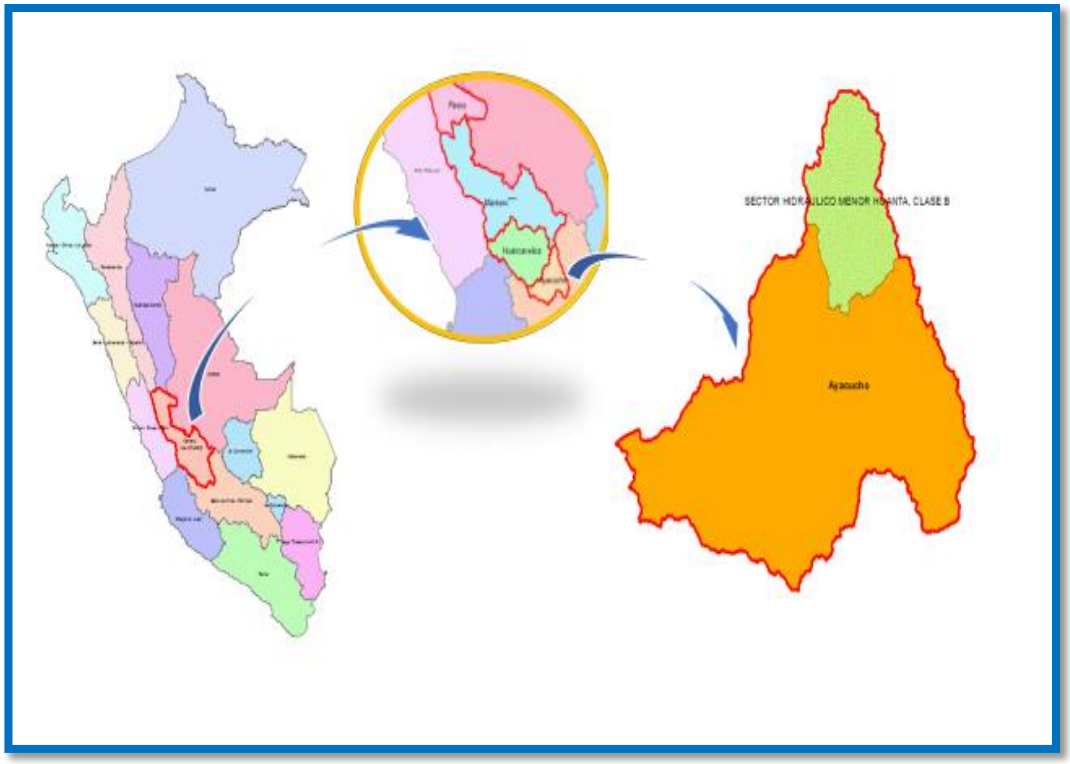
Figura 3.82. Ubicación política del sector hidráulico menor Huanta

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITOS
Ayacucho	Huanta	Huamanguilla, Iguaín, Huanta, Luricocha, Santillana, Chaka

Fuente: Elaboración propia (2016)

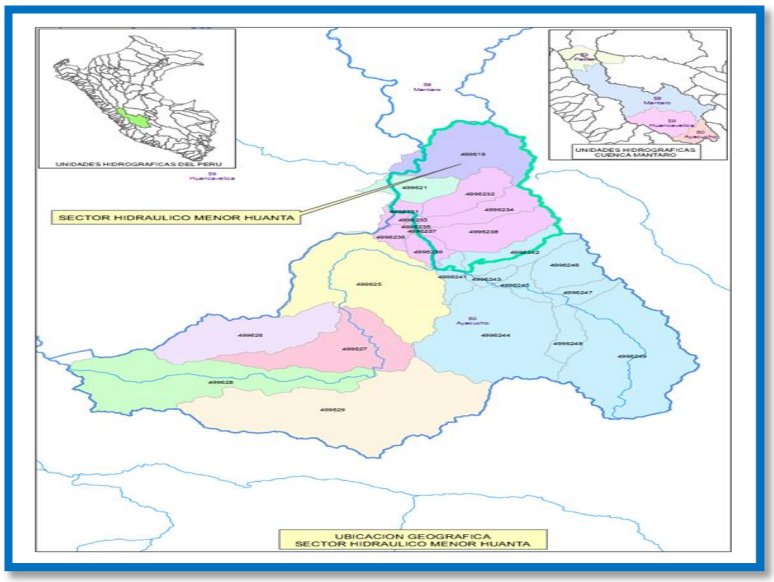
La ubicación administrativa, hidrográfica y política se puede apreciar en el en las figuras 3.83, 3.84 y 3.85

Figura 3.83. Ubicación administrativa del Sector Hidráulico Menor Huanta



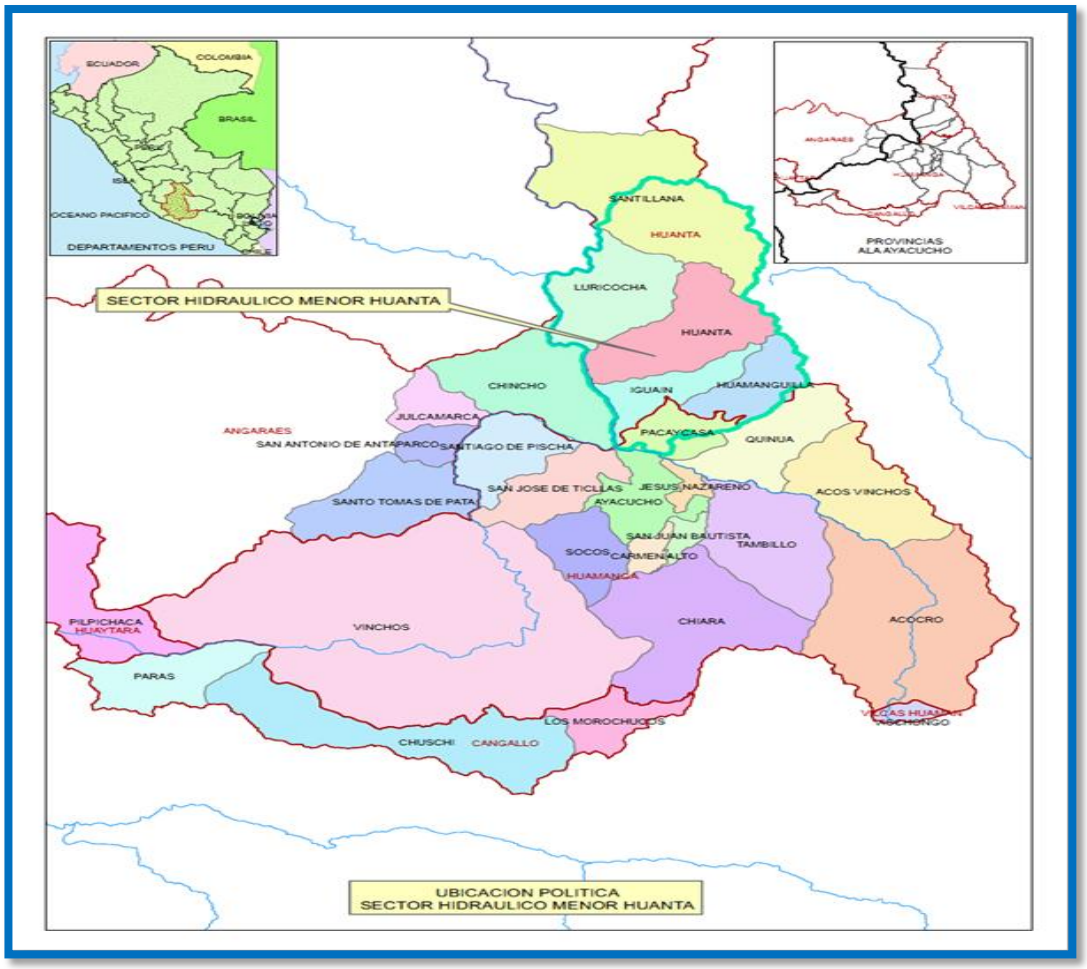
Fuente: Elaboración propia (2017)

Figura 3.84. Ubicación Hidrográfica del Sector Hidráulico Menor Huanta



Fuente: Elaboración propia (2017), con datos proporcionados por ALA – Ayacucho

Figura 3.85. Ubicación política del Sector Hidráulico Menor Huanta



Fuente: Elaboración propia (2017), con datos proporcionados por ALA – Ayacucho

3.2.5. Delimitación del Sector Hidráulico (SH) y Subsectores Hidráulicos (SSH)

El Sector Hidráulico Menor Huanta, tiene características propias típicas de la sistemas hidráulicos de la sierra del Perú, donde en las partes altas encuentran las fuentes de agua las que son aprovechas para su embalsamiento que luego son aprovechadas en la épocas de ausencia de lluvias, donde el suministro de agua se realiza a través de quebradas naturales que sirven como canales de derivación y luego son captadas a través de infraestructura hidráulica de derivación y conducción algunas veces revestida de concreto y en su mayoría de canales rústicos, ésta forma de aprovechamiento del recurso hídrico dificulta un poco la delimitación y aplicación de los conceptos contemplados en la directivas para este proceso por lo que tomando también en cuenta las organizaciones de usuarios existentes que son las Comisiones de Usuarios de Agua

y las formas de reparto del agua se ha propuesto la siguiente conformación de los Subsectores Hidráulicos, se ha conformado 12 Subsectores Hidráulicos, de los cuales 08 Subsectores Hidráulicos están definidos por compartir la misma fuente de agua y éstas son:

1.- Subsector Hidráulico Lluncuna Anta, conformada por 07 Comités de Usuarios de Agua. Tal como se muestra en el Figura 3.91.

2.- Subsector Hidráulico,Chinchaysuyo, conformada por 14 Comités de Usuarios de Agua. Tal como se muestra en el Figura 3.91.

3.- Subsector Hidráulico Ccanccemolino Iguaín, conformada por 08 Comités de Usuarios de Agua. Tal como se muestra en el Figura 3.91.

4.- Subsector Hidráulico Pisccoccocha Ccarapa, conformada por 08 Comités de Usuarios de Agua. Tal como se muestra en el Figura 3.91.

5.- Subsector Hidráulico Razuhuillca, conformada por 02 Comisiones de Usuarios de Agua. Tal como se muestra en el Figura 3.91.

Comisión de Usuarios Razuhuillca, conformada por 25 Comités de Usuarios de Agua.

Comisión de Usuarios de Huancayocc Huamanccacca, conformada por 09 Comités de Usuarios de Agua

6.- Subsector Hidráulico Opanccay, conformada por 03 Comisiones de Usuarios de Agua. Tal como se muestra en el Figura 3.91.

Comisión de Usuarios de Tomapata Silveracucho, conformado por 08 Comités de Usuarios de Agua

Comisión de Usuarios de Yungayllu Pahuanacucho, conformado por 05 Comités de Usuarios de Agua

Comisión de Usuarios de Opanccay, conformado por 12 Comités de Usuarios de Agua.

7.- Subsector Hidráulico Luricocha, conformada por 11 Comités de Usuarios de Agua. Tal como se muestra en el Figura 3.91.

8.- Subsector Hidráulico Cachi Huanta, conformada por 08 Comités de Usuarios de Agua. Tal como se muestra en el Figura 3.91.

Además se ha propuesto 04 Subsectores con sistemas de abastecimiento de fuente propia. Ya que cuentan con pequeñas captaciones en diferentes puntos y se ha agrupado por microcuencas y condiciones similares en cuanto al uso del agua, agrupándose en los siguientes sistemas de abastecimiento propio:

1.- Sistema Hidráulico Ocana Paccayhuaycco, conformada por 10 Comités de Usuarios de Agua. Tal como se muestra en el Figura 3.92.

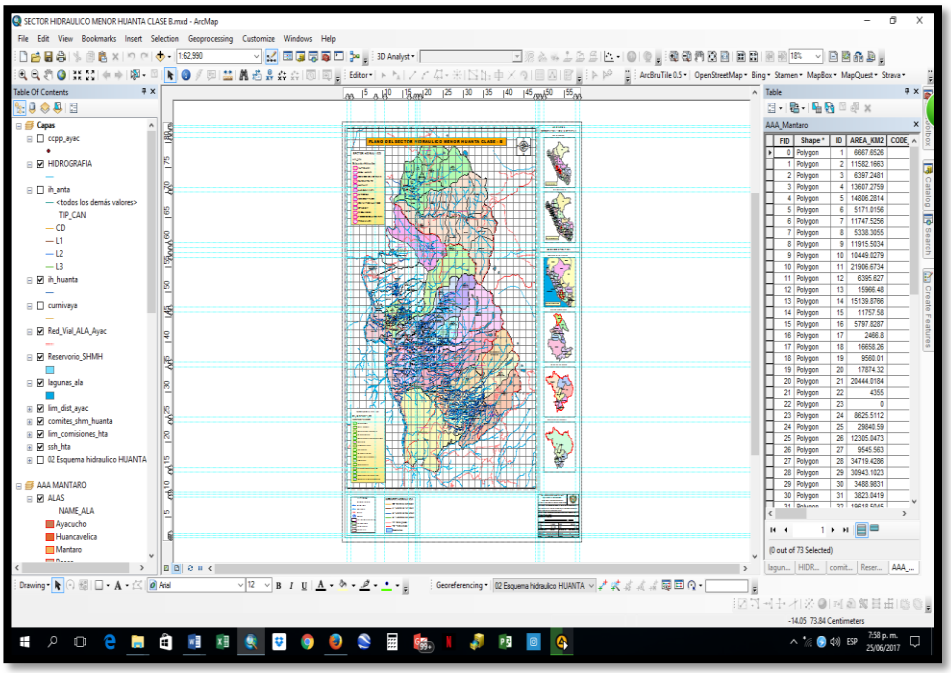
2.- Sistema Hidráulico Huayllay, conformada por 03 Comités de Usuarios de Agua. En vías de organización. Tal como se muestra en el Figura 3.92.

3.- Sistema Hidráulico Paqchancca, conformada por 11 Comités de Usuarios de Agua. Y otras en vías de organización. Tal como se muestra en el Figura 3.92.

4.- Sistema Hidráulico Allpachaka, conformada por 06 Comités de Usuarios de Agua. Y otras en vías de organización. Tal como se muestra en el Figura 3.92

Mayores detalles de la sectorización, se muestra en la figura 3.90.

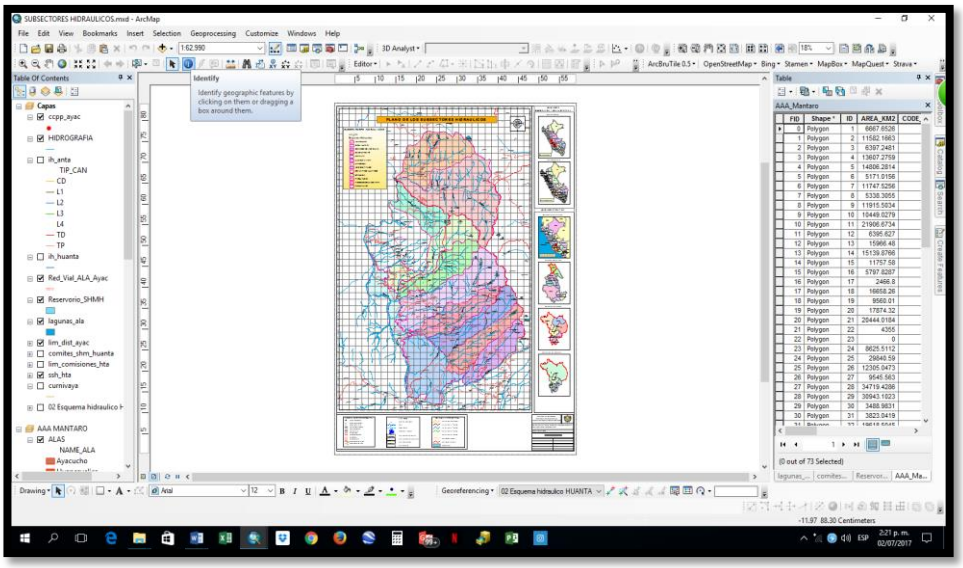
Figura 3.86. Sistematización de datos en programa ArcGis 10.3, del Sector Hidráulico Menor Huanta, clase B.



Fuente: Elaboración propia (2017)

Ver el resultado (Anexo 17.1) de la delimitación del Sector Hidráulico Menor Huanta, clase B.

Figura 3.87. Sistematización de datos en programa ArcGis 10.3, de los Subsectores Hidráulico.



Fuente: Elaboración propia (2017)

Ver el resultado (Anexo 17.2 y 18.1) de la delimitación de los subsectores hidráulicos Huanta y Subsector hidráulico Ocana paccayhuaycco (comision).

3.2.5.1. Sistemas de Abastecimiento Propio

Figura 3.88. Subsectores Hidráulicos con fuente abastecimiento propio del Sector Hidráulico Menor Huanta.

1	SISTEMA HIDRAULICO OCANA - PACCAYHUAYCCO					
ORD	COMITES DE USUARIOS	Nº U	Nº P	BR	BS	TOTAL Has
1	Chamana	102	SD	39.30	14.56	53.86
2	Isccana	38	SD	24.91	15.44	40.35
3	Alfahuaycco - Meccayra	33	SD	11.34	0.63	11.97
4	Santa Rosa de Ocana	166	SD	55.38	5.73	61.11
5	San Pedro de Pampay	114	SD	100.87	20.43	121.30
6	Paccayhuaycco	102	SD	24.88	0.00	24.88
7	Union Campesina	67	SD	24.00	0.00	24.00
8	Purgatorio Acobambilla	24	SD	12.13	0.00	12.13
9	Mateccllluyocc	24	SD	21.75	16.50	38.25
10	Huallhuapuquio-Ccalalupuquio-Huatuscalle.	SD	SD	SD	SD	SD
	TOTAL	**670**	**SD**	**314.56**	**73.29**	**387.85**
2	**SISTEMA HIDRAULICO HUAYLLAY**					
ORD	COMITES DE USUARIOS	Nº U	Nº P	BR	BS	TOTAL Has
1	independientes	SD	SD	SD	SD	SD
2	Villa Hermosa	20	SD	20	0.00	20.00
3	Ingenio Huayllay	25	SD	24	0.00	24.00

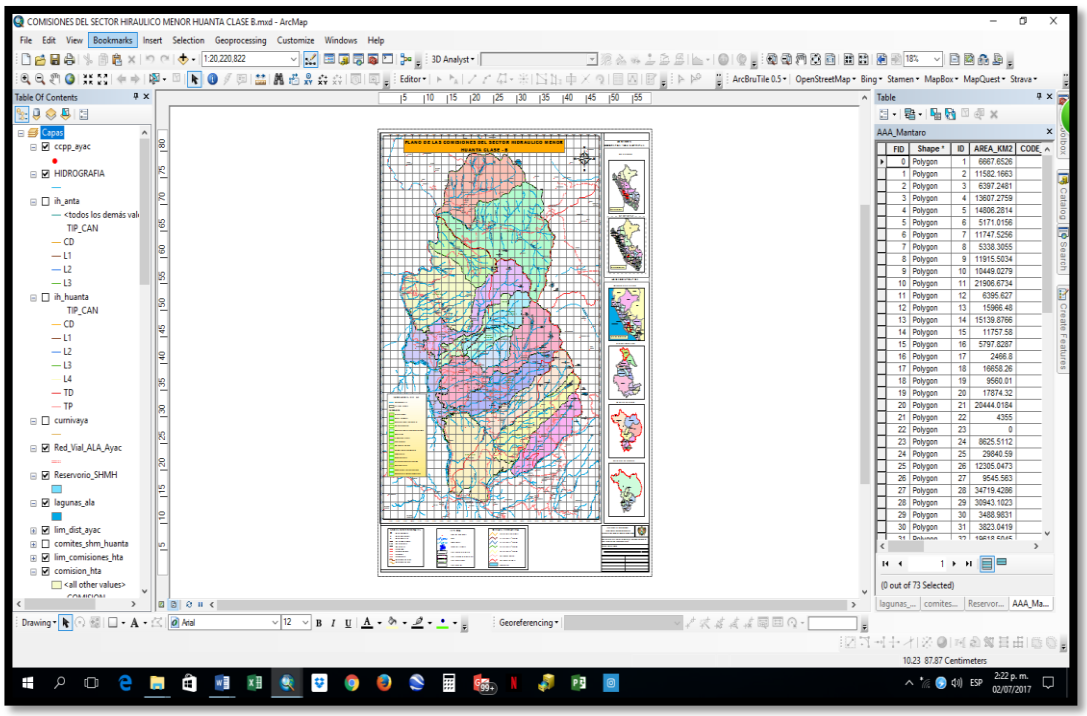
	TOTAL	**45**	**SD**	**44.00**	**0.00**	**44.00**
3	**SISTEMA HIDRAULICO PAQCHANCCA**					
ORD	**COMITES DE USUARIOS**	**Nº U**	**Nº P**	**BR**	**BS**	**TOTAL DECL**
1	Chinchay	30	SD	5.25	0.00	5.25
2	Chocay	21	SD	12.63	0.00	12.63
3	Pacchancca	SD	SD	SD	SD	SD
4	Lambras	SD	SD	SD	SD	SD
5	Ingenio	SD	SD	SD	SD	SD
6	S.Francisco de Pallcca	SD	SD	SD	SD	SD
7	Chihuacro	SD	SD	SD	SD	SD
8	Llullucha	SD	SD	SD	SD	SD
9	Moroccocha	SD	SD	SD	SD	SD
10	Huanupata	SD	SD	SD	SD	SD
11	Cconccorpata	SD	SD	SD	SD	SD
	TOTAL	**51**	**SD**	**17.88**	**SD**	**17.88**
4	**SISTEMA HIDRAULICO ALLPACHAKA**					
ORD	**COMITES DE USUARIOS**	**Nº U**	**Nº P**	**BR**	**BS**	**TOTAL DECL**
1	Punkumarccari	87	SD	33.87	4.13	38.00
2	SR Waripuquio (Occopecca)	58	SD	40.75	58.75	99.50
3	Quiswarpucro	23	SD	2.75	3.50	6.25
4	Picas	42	SD	28.00	0.00	28.00
5	Vista alegre	21	SD	26.25	17.00	43.25
6	Mosoccllaccta	43	SD	27.35	0.13	27.48
7	Ccanobamba	38	SD	16.88	0.00	16.88
8	Laupay	42	SD	38.13	0.00	38.13

9	Buena vista	48	SD	51.45	25.25	76.70
10	Cullupuquio	75	SD	29.00	36.50	65.50
11	Quichcao	17	SD	8.75	2.00	10.75
12	Ismuñay	SD	SD	SD	SD	SD
13	Santa Cruz de Llacchuas	SD	SD	SD	SD	SD
14	San Luis	SD	SD	SD	SD	SD
	TOTAL	**494**		**303.18**	**147.26**	**450.44**

Fuente: Elaboración propia (2017), Con información secundaria del ALA Ayacucho y Comités de Usuarios.

La delimitación de los Subsectores Hidráulicos del Sector Hidráulico Menor Huanta, se basó en la existencia de Comisiones de Usuarios que están conformadas por los Comités de Usuarios, que han primado en la delimitación de los Subsectores Hidráulicos, ya que se han organizado en base a las tomas laterales que comparten además de formar parte de la Comunidad o anexo a la cual pertenecen.

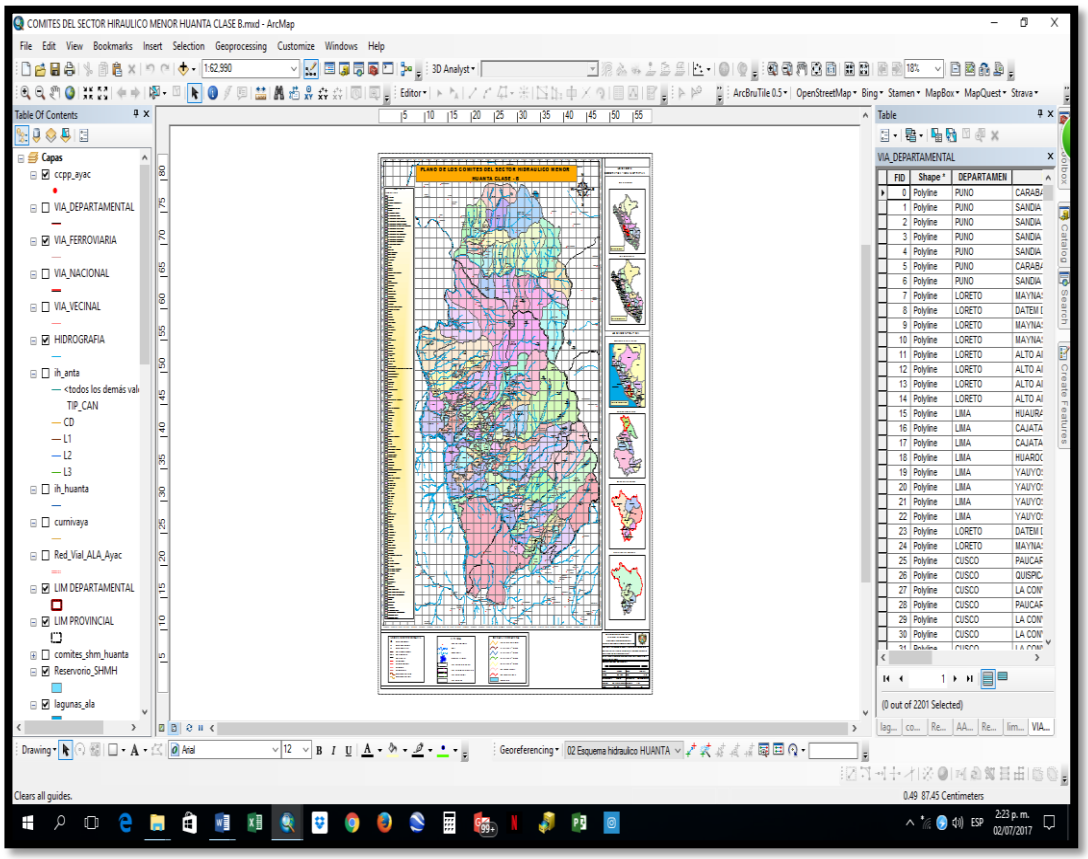
Figura 3.89. Sistematización de datos en programa ArcGis 10.3, de los Comisiones.



Fuente: Elaboración propia (2017)

Ver el resultado (Anexo 17 y 17.1) de la delimitación de las organizaciones de usuarios de agua Huanta, organizados sobre la base de los Comisiones de usuarios de agua y la comisión Ocana Paccayhuaycco.

Figura 3.90. Sistematización de datos en programa ArcGis 10.3, de los Comités.



Fuente: Elaboración propia (2017)

Ver el resultado (Anexo 18 y 18.1) de la delimitación de las organizaciones de usuarios de agua organizados sobre la base de los Comités de Usuarios de Agua y el comité Santa Rosa de Ocana.

3.2.6. Servicio de suministro de agua, cuentan con licencia de uso.

El servicio de suministro de agua, al Sector Hidráulico Menor Huanta se realiza a tres tipos de usuarios (Agrario, Industrial y Poblacional). Tal como se muestra en el Cuadro 4.35.

Figura 3.91. Volúmenes de servicio de suministro de agua.

Nº	Sector hidráulico y usuario	Clase									
		Uso Poblacional		Uso productivo							
				Agrario		Energético		Minero		Otros	
		Nº Usuarios	Volumen asignado (m3)	Nº Usuarios	Volumen asignado (m3)	Nº Usuarios	Volumen asignado (m3)	Nº Usuarios	Volumen asignado (m3)	Nº Usuarios	Volumen asignado (m3)
1	Huanta			18	3,280,374.32		-	-	-	-	-
2	Huanta	-	-	-	-	-	-	-	-	03	10,091.52
3	Comunidades	77	5,047,873.29								

Fuente: ALA Ayacucho (2016).

En el Sector Hidráulico Menor Huanta, se atiende con licencia a 18 usuarios agrarios, 03 usuarios de uso industrial y 77 usuarios de uso poblacional, a quienes se les suministra un volumen total de 8, 338,339.13 m3, (8,34 HM3 aproximadamente).

3.3. Implementación de las herramientas de gestión para la formalización de derecho de uso del agua según R.J Nº 484-2012-ANA.

3.3.1. Conformación del Bloque de Riego "Santa Rosa de Ocana"

La conformación del bloque de riego, es requisito indispensable para la formalización de uso de agua, para este fin los titulares se organizaran en un comité o comisión de usuarios o comunidad campesina o comunidad nativa, según la (R.J. Nº 484-2011-ANA), donde indica que el uso del recurso hídrico sea público, pacífico y continuo, durante cinco (05) años antes de la entrada en vigencia del reglamento de Procedimiento Administrativo para otorgamiento de Derecho de Uso de Agua, aprobado con Resolución Jefatural Nº 579-2010-ANA.

Para la conformación del bloque de riego "Santa Rosa de Ocana" cuya fuente hídrica serán las agua superficial proviene de dos (03) los manantiales y 01 quebrada: manantiales "Tantarcanchapampa", "Tantarcancharanra" y Meccayrahuaycco"; Quebrada, "Ocana".

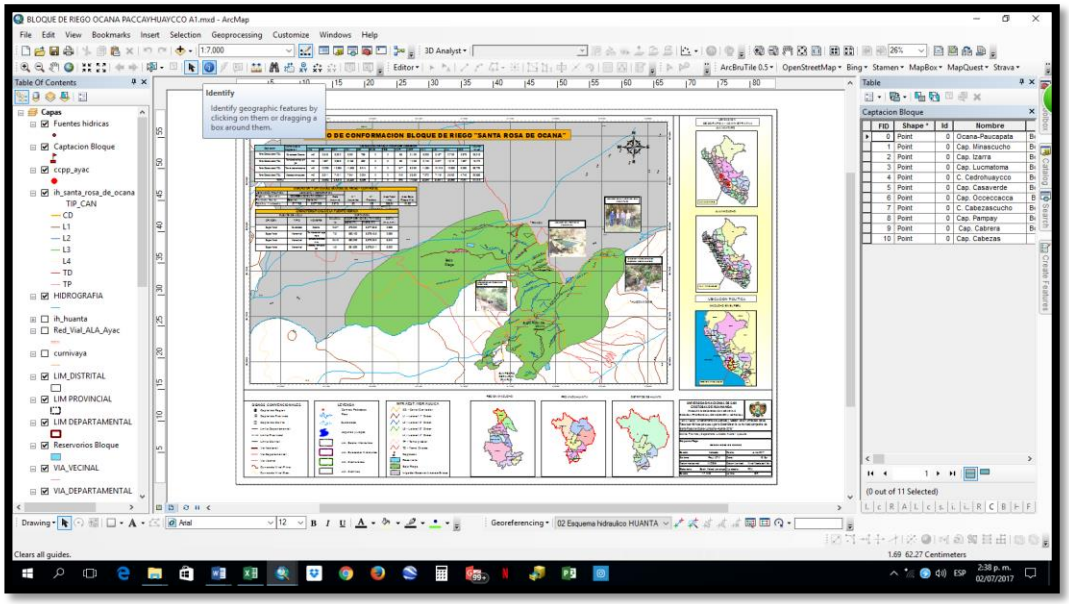
El recurso hídrico en el comité viene siendo utilizado desde el año 1985. Es captado a través de 04 tomas: Quebrada Ocana, Tantarcanchapampa, Tantarcancharanra y Meccayrahuaycco. Luego el recursos hídrico es captado de la quebrada Ocana por medio de 10 captaciones los cuales son “Cap. Izarra”, “Cap. Cabezas”, “Cap. Minascucho”, “Cap. Lucmatoma”, “Cap. Cadrohuaycco”, “Cap. Ocana pacapata”, “Cap. Casaverde”, “ Cap. Occeccacca”, “Cap. Cabezascucho”, “Cap. Pampay” y “Cap. Cabrera”; de las captaciones el agua es conducida por el CD que llevan los mismos nombres, “canal CD Izarra 0.530 km de longitud”, “canal CD Cabezascucho - Quillas 2.471km de longitud”, “canal CD Occeccacca 0.615 km de longitud”, “canal CD Lucmatoma 0.370km de longitud”, “canal CD Minascucho 0.406km de longitud”, “canal CD Paucapata 0.0.703km de longitud”, “canal CD Cedrohuaycco 0.105km de longitud”, “canal CD Cabrera 0.130km de longitud”, “canal CD Pampay 0.850km de longitud”, “canal CD Casaverde 0.329km de longitud”; a partir de los canales CD parten los canales laterales L1 “canal L1 Quillas con 1.917km de longitud”, “canal L1 Ccechccatoma con 0.335km de longitud”, “canal L1 Paqchatoma con 0.152km de longitud”, “canal L1 Pachasmocco con 0.572km de longitud”, “canal L1 Guindastoma con 0.292km de longitud”, “canal L1 Paucapata -Taracalle con 0.887km de longitud”, “canal L1 Chacasiquin con 0.034km de longitud”, “canal L1 Ccechccatoma con 0.408km de longitud”, “canal L1 Valentina con 0.236km de longitud”, “canal L1 Alcalde con 0.176km de longitud”, “canal L1 Castrotoma con 0.173km de longitud”, “canal L1 Buenavista con 0.330km de longitud”, “canal L1 Nalvarte con 0.137km de longitud”, “canal L1 Trancahuaycco con 0.303km de longitud”, “canal L1 Reservorio con 0.528km de longitud”, “canal L1 Nispiruccniyucc con 0.124km de longitud”, “canal L1 Palomino con 0.153km de longitud”, “canal L1 Paccpatoma con 0.087km de longitud”; a partir de los canales L1 parten los canales laterales L2 “canal L2 Aguilar con 0.376km de longitud”, “canal L2 Ataccopata 2 con 0.726km de longitud”, “canal L2 Huaccta con 0.151km de longitud”, “canal L2 Guindas con 0.070km de longitud”, “canal L2 Guisdastoma 2 con 0.212km de longitud”, “canal L2 S/N con 0.135km de longitud”, “canal L2 Huamanmarca con 0.219km de longitud”, “canal L2 Sanchez con 0.210km de longitud”, “canal L2 Atacco 1 con 0.437km de longitud”, “canal L2 Ccechccatoma 2 con 0.156km de longitud”, “canal L2 Buenavista 2 con 0.189km de longitud”; a partir de los canales L2 parten los canales laterales L3 “ canal

L3 S/N con 0.027km de longitud". La conducción CD "Minascucho" y" Paucapata" continúa hasta llegar a los reservorios de concreto "Minascucho" de 650.0 m3, que es la principal infraestructura de almacenamiento del comité, pero también existe el reservorio que no está en uso por presentar grietas el reservorio "Paucapata".

Desde el reservorio principal el agua es conducida por el L1 "Minascucho" de concreto armado.

Mediante la presente trabajo de tesis se detalla el uso del agua que vienen haciendo los usuarios del bloque "Santa Rosa de Ocana", el cual es objeto de Formalización a través del otorgamiento de Licencia de Uso de Agua, al amparo de la Segunda Disposición Complementaria Final de la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos y la Resolución Jefatural N°484-2012-ANA "Metodología para la Formalización de Derechos de Uso de Agua Poblacional y Agrario".

Figura 3.92. Sistematización de datos en programa ArcGis 10.3, delimitación del Bloque de Riego "Santa Rosa de Ocana", para el otorgamiento de licencia de Uso del agua.



Fuente: Elaboración propia (2017)

Ver el resultado (Anexo 19) de la conformación del bloque de riego, con su respectiva oferta de sus fuentes y el volumen de sus demandas y/o requerimiento hídrico para una asignación neta del agua de las fuentes.

3.3.1.1. Oferta Hídrica

El agua que vienen utilizando los usuarios del bloque “Santa Rosa de Ocana” proviene de los manantiales Tantarcanchapampa, Tantarcancharanr, Meccayrahuaycco y Quebarada Ocana. Para determinar el caudal y el volumen ofertado se ha recurrido a aforos (Enero) y cálculos indirectos hidráulicos e hidrológicos.

La Oferta Hídrica Neta es la disponibilidad al 75% de los caudales mensuales calculados en las 04 fuentes hídricas. En el (figura 3.98) se muestran los caudales proyectados de las diferentes fuentes del bloque “Santa Rosa de Ocana”. En el (figura 3.101), se indica el volumen proyectado al 75% de las fuentes que abastecen al bloque “Santa Rosa de Ocana”, y en (figura 3.103) se indican las coordenadas y ubicación política de cada una de las fuentes.

Figura 3.93. Caudales proyectados (l/s) a partir de aforos de las fuentes del Bloque "Santa Rosa de Ocana"

CAUDAL PROYECTADO DE LAS FUENTES (L/S)													
Tipo	Fuente / Meses	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	FEB	Mar	Abr	May	Jun	Jul	AGO
Quebrada	Ocana	10.10	12.30	16.20	22.31	29.93	33.30	29.93	22.31	16.20	12.30	10.10	8.88
Manantial	Tantarcanchapampa	6.83	8.31	10.95	15.08	20.22	22.50	20.22	15.08	10.95	8.31	6.83	6.00
Manantial	Tantarcancharanra	17.74	21.59	28.46	39.17	52.56	58.47	52.56	39.17	28.46	21.59	17.74	15.59
Manantial	Meccayrahuaycco	2.70	3.51	4.95	7.20	10.01	11.25	10.01	7.20	4.95	3.51	2.70	2.25
	TOTAL	**37.36**	**45.71**	**60.56**	**83.76**	**112.72**	**125.52**	**112.72**	**83.76**	**60.56**	**45.71**	**37.36**	**32.72**

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la distribución mensual de los caudales a partir de aforos puntuales, se utilizó el procedimiento indicado en la Resolución Jefatural N°251-2013-ANA, en función a las declaraciones de los directivos y usuarios presentes durante los aforos, respeto a la relación del caudal aforado con los que se presentan en los meses de avenida y estiaje. Se utilizaron los siguientes coeficientes:

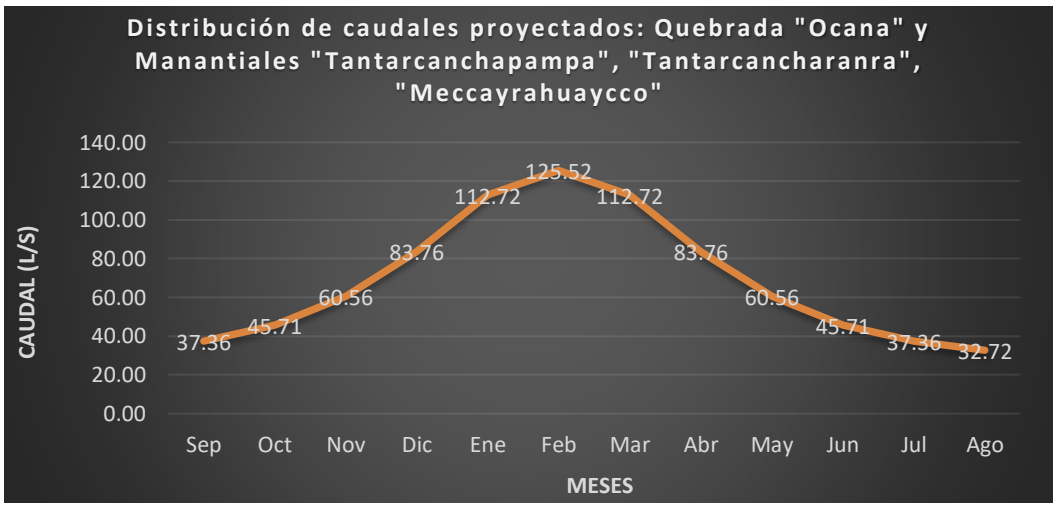
Figura 3.94. Distribución de caudales de las fuentes del bloque "Santa Rosa de Ocana"

Tipo	Fuente / Meses	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	FEB	Mar	Abr	May	Jun	Jul	AGO
Quebrada	Ocana	10.10	12.30	16.20	22.31	29.93	33.30	29.93	22.31	16.20	12.30	10.10	8.88
Manantial	Tantarcanchapampa	6.83	8.31	10.95	15.08	20.22	22.50	20.22	15.08	10.95	8.31	6.83	6.00
Manantial	Tantarcancharanra	17.74	21.59	28.46	39.17	52.56	58.47	52.56	39.17	28.46	21.59	17.74	15.59
Manantial	Meccayrahuaycco	2.70	3.51	4.95	7.20	10.01	11.25	10.01	7.20	4.95	3.51	2.70	2.25
	TOTAL	37.36	45.71	60.56	83.76	112.72	125.52	112.72	83.76	60.56	45.71	37.36	32.72

Fuente: Elaboración propia

La distribución se da considerando los meses de estiaje que van de (agosto-diciembre), época de máximas avenida que vas de (diciembre- marzo)

Figura 3.95. Distribución de caudales de las fuentes del Bloque "Santa Rosa de Ocana"



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.96. Volumen proyectado de las fuentes al 75% de persistencia (m^3).

Tipo	Fuente / Meses	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	FEB	Mar	Abr	May	Jun	Jul	AGO	TOTAL
Quebrada	Ocana	19,634	24,702	31,500	44,812	60,119	60,411	60,119	43,367	32,550	23,906	20,288	17,836	439,244
Manantial	Tantarcanchapampa	13,268	16,693	21,287	30,283	40,626	40,824	40,626	29,306	21,996	16,155	13,710	12,053	296,827
Manantial	Tantarcancharanra	34,479	43,380	55,317	78,695	105,574	106,088	105,574	76,156	57,161	41,981	35,628	31,321	771,353
Manantial	Meccayrahuaycco	5,249	7,051	9,623	14,463	20,105	20,412	20,105	13,997	9,944	6,823	5,424	4,520	137,716
	TOTAL (m3)	72,629	91,826	117,727	168,253	226,424	227,735	226,424	162,825	121,651	88,864	75,050	65,730	1,645,140

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.97. Ubicación política y coordenadas de las fuentes del bloque "Santa Rosa de Ocana"

TIPO (1)	NOMBRE	UBICACIÓN GEOGRÁFICA (UTM, WGS'84)			UBICACIÓN POLÍTICA				CAUDAL	OBSERVACIONES		
		Este	Norte	Altitud	Comunidad	Distrito	Provincia	Región	lit/seg	f (Agosto	F (Febre	Metodo (2)
Quebrada	Ocana	578924	8577858	2856	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	Huanta	Ayacucho	10.57	0.75	2.00	Volumétrico
Manantial	Tantarcanchapampa	580100	8578436	2989	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	Huanta	Ayacucho	7.50	0.75	2.00	Volumétrico
Manantial	Tantarcancharanra	582229	8579060	3540	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	Huanta	Ayacucho	19.49	0.90	4.00	Volumétrico
Manantial	Meccayrahuaycco	581829	8578511	3520	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	Huanta	Ayacucho	4.50	0.50	2.50	Volumétrico

Fuente: Elaboración propia

En el (figura 3.98), se presenta la oferta hídrica asignable Neta de las fuentes en forma mensual para ser asignadas según la demanda hídrica agrícola de los cultivos más frecuentemente sembrados en el bloque. El volumen total anual asignable es de 1, 645, 140 m3 con la distribución mensual siguiente:

Figura 3.98. Volumen asignable al bloque "Santa Rosa de Ocana"

VOLUMEN PROYECTADO DE LA FUENTE AL 75% PERSISTENCIA													
Meses	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	TOTAL
dias	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	365
q(l/s) (100%)	37.36	45.71	60.56	83.76	112.72	125.52	112.72	83.76	60.56	45.71	37.36	32.72	838.45
q(l/s) (75%)	28.02	34.28	45.42	62.82	84.54	94.14	84.54	62.82	45.42	34.28	28.02	24.54	628.8
Oferta asignable (l/s)	28.02	34.28	45.42	62.82	84.54	94.14	84.54	62.82	45.42	34.28	28.02	24.54	628.8
Volumen asignable (m3)	72,629	91,826	117,727	168,253	226,424	227,735	226,424	162,825	121,651	88,864	75,050	65,730	1,645,140
OFERTA ASIGNABLE (m3/mes)													
Descripción						Meses							Total
Oferta(m3/mes)	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
	72,629	91,826	117,727	168,253	226,424	227,735	226,424	162,825	121,651	88,864	75,050	65,730	1,645,140
Total	72,629	91,826	117,727	168,253	226,424	227,735	226,424	162,825	121,651	88,864	75,050	65,730	1,645,140

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.99. Las coordenadas UTM (datum WGS84) de los puntos de captación son.

UBICACIÓN POLÍTICA			UBICACIÓN GEOGRÁFICA (UTM, WGS'84)			TIPO (3)	Caudal captd	OBSERVACIONES
Lugar	Comunidad	Distrito	Este	Norte	Altitud		lit/seg	
Ocana	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	578642	8577658	3012	Cap. Izarra (permanente, muros de encauzamiento y barraje fijo)		
Ocana	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	578566	8577688	3006	Cap. Cabezas (rústica)		
Ocana	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	578489	8577682	2986	Cap. Minascucho (rústica)		
Ocana	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	578362	8577600	2925	Cap. Lucmatoma (rústica)		
Ocana	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	578175	8577291	2896	Cap. Cedrohuaycco (rústica)		
Ocana	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	578112	8577207	2842	Cap. Ocana-paucapata (rústica)		
Ocana	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	577786	8576972	2812	Cap. Casaverde (rústica)		
Ocana	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	577686	8576906	2784	Cap. Occeccacca (rústica)		
Ocana	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	577579	8576850	2764	Cap. Cabezascucho (rústica)		
Ocana	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	577494	8576748	2721	Cap. Pampay (rústica)		
Ocana	Sta. Rosa Ocana	Luricocha	577421	8576699	2694	Cap. Cabrera (rústica)		

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.2. Demanda de Agua

- Delimitación de los Bloques

Determinación del Área Bajo Riego

El bloque "Santa Rosa de Ocana" está conformado por 155 predios agrícolas, conducidos por 68 usuarios, y que suman un área de producción de 120 hectáreas declaradas. El agua se utiliza en rotación para un área bajo riego de 90 ha.

El área total para producción del bloque "Santa Rosa de Ocana" es de 120 has. y en rotación el área bajo riego que se utiliza es de 33 hectáreas. Los predios son conducidos por los siguientes usuarios:

Figura 3.100. Padrón de usuarios de Agua de la comunidad Campesina Santa Rosa de Ocana.

N° Usuario	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	ABR(HA)
1	PALOMINO BARBOZA, AURO	28587093	0.54
2	LAZO BARBOZA, EUGENIO	09197075	0.50
3	TAIPE DE MONTES, PAULINA	28586812	0.60
4	SANCHEZ LAZO, FEDOR	09041222	0.50
5	GUTIERREZ CASTRO, MODESTO	28602494	0.23
6	AGUILAR VICAÑA, ALEJANDRO	28603037	0.23
7	SANCHEZ DE BARBOZA, ALICIA	28595768	0.25
8	MENESES ROMANI, ADILIA	28585785	0.40
9	ÑAUPA QUISPE, ROMULO	10518052	0.26
10	CRESPO AGUILAR, VICTOR	28585468	0.21
11	CASTRO BERMUDO, MICAILA	09200917	0.23
12	BARBOZA BASTIDA, VICTOR ANTONIO	28587957	0.91
13	BARBOZA LAMILLA, VALENTINA	06861013	0.50

14	OLANO GUTIERREZ, CARMEN	28564031	0.60
15	IZARRA RAMIREZ, ALEJANDRO	28563681	0.40
16	BARBOZA LAMILLA, CANDILARIA	28563682	0.50
17	BARBOZA ORE, VIDAL	09808448	0.40
18	BARBOZA HERNANDEZ, OLIVED	41017592	0.60
19	QUISPE SANCHEZ, ROLANDO	28595316	0.25
20	SANCHEZ DE AGUILAR, LEONORA	28567501	0.21
21	GUERRA ORE, EUGENIA	28587071	0.36
22	MALLMA SANCHEZ, LIDA	42407962	0.21
23	CRESPO HEREDIA, FELIZ	07665931	0.33
24	SANCHEZ BARBOZA, VICTORINO	08456198	0.50
25	OLANO CISNEROS, RAFAEL	28279832	0.60
26	NALVARTE RAMIREZ, ENCARNACION	2877115	0.50
27	BARBOZA CRESPO, BLAS	0844503	6.00
28	BARBOZA AGUILAR, TEODOSIO	09204089	0.50
29	BARBOZA LAMILLA, JESUS	28585627	0.12
30	HERNANDEZ OLANO, HECTOR	42486779	0.26
31	MARTINES, HERCARNACION	42486779	0.24
32	GUERRA ÑAUPA, FRANCISCA	28585470	0.45
33	VAILLAR DE CABEZAS, MAURA	28587034	0.24
34	CRESPO AGUILAR, ALBERTO	08907880	0.23
35	SALINAS POTOSINO, CERIANO	28588135	0.21
36	LLOCCLLA CUCHO, SONIA	40230447	0.37
37	CRESPO ROJAS, FEDERICO	09727482	0.25

38	BERMUDO PAREDEZ, MARINO	28585642	0.36
39	HEREDIA PALOMINO, TANIA	42961615	0.24
40	ROJAS VICAÑA, DELFINA	28587484	0.24
41	ROJAS VICAÑA, RAFAEL	42591178	0.26
42	NILAMILLA ARCOCHEA, GREGORIO	09204537	0.50
43	MALLMA SANCHEZ, DEMETRIO	40805779	0.60
44	VICAÑA DE ROJAS, MAXIMINA	28585675	0.60
45	GUTIERREZ S, ANTONIA	28567544	0.60
46	ORE LAZO, VICTORIANO	28585434	0.40
47	CABEZAS RAMIREZ, PRIMITIVO	28586199	0.50
48	CABEZAS RAMIRES, TEODORA	09204806	0.60
49	BARBOZA CABEZAS, ERNESTO	19812550	0.40
50	BERMUDO DE ORE, MODESTA	28585860	0.50
51	ORE BERMUDO, NEMECIO	28587467	0.50
52	PALOMINO BARBOZA, CRESENCIA	28569825	0.60
53	CRESPO DE GUIERREZ, FLORINDA	23969830	0.80
54	SANCHEZ HUARANCCA, YOLANDA	41976185	0.74
55	SINEHITULLO IZARRA, WAGNER	28588046	0.20
56	GUTIERREZ CASTRO, FELIX	28528198	0.30
57	BASTIDAS SALCEDO, MOISES	28563506	0.12
58	FERNANDEZ M. ENRIQUE	28585952	0.45
59	IZARRA RAMIREZ, SATURNINO	28585480	0.50
60	CRESPO TITO, MAURA	28585484	0.50
61	ANCHO CALIXTO, MACEDONIO	80128315	0.32

62	ORE BARBOZA, EDGAR	40770081	0.45
63	RODRIGUEZ DE PAREDEZ, TERESA	07047594	0.25
64	SANCHEZ BARBOZA, FRESIA	28585655	0.56
65	CRESPO ÑAUPA, PAULA	28585539	0.24
66	VICAÑA BERMUDO, VICTORIA	28585645	0.40
67	VICAÑA ORE, JUSTINA	28603086	0.40
68	CABRERA CRESPO, JOSE	06904132	0.20
	TOTAL (Ha)		**33.00**

Fuente: Elaboración propia

- Demanda de Agua

La demanda de agua se determinó por métodos indirectos que relacionan el área bajo riego, una cédula de cultivo representativa y datos climatológicos de la zona o cercana a ella.

Para el cálculo de la demanda se recabó la información meteorológica de la estación más cercana a la zona de estudio, que es la estación “Huanta” (datos meteorológicos promedio del período 2001 - 2009). El (Figura 3.101) muestra el resultado del cálculo de la Evapotranspiración Potencial (ETo) mediante el uso del software CROPWAT versión 8.0, recomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO (por su siglas en inglés) y que utiliza el método de Penman – Monteith.

Figura 3.101. Cálculo de la evapotranspiración potencial en el ámbito del Bloque "Santa Rosa de Ocana", con el programa Cropwat 8.0

ETo Penman-Monteith Mensual - C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\HUANTA.PEM

País: Peru — Estación: Huanta

Altitud: 2521 m. — Latitud: 12.94 °S — Longitud: 74.25 °W

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m²/día	mm/día
Enero	11.0	24.6	74	0.3	4.7	17.5	3.45
Febrero	11.5	23.8	76	0.6	4.4	16.9	3.37
Marzo	10.1	23.5	73	0.2	4.4	16.2	3.05
Abril	10.3	24.0	72	0.5	6.1	17.2	3.13
Mayo	10.3	24.9	61	0.6	8.1	18.0	3.16
Junio	9.1	24.3	57	0.7	7.7	16.4	2.90
Julio	7.9	24.0	54	0.7	8.1	17.4	2.99
Agosto	8.8	24.7	58	0.8	7.7	18.6	3.38
Septiembre	10.6	25.3	58	1.3	6.5	18.7	3.89
Octubre	11.8	26.3	57	0.8	6.4	19.7	4.01
Noviembre	12.6	26.5	61	0.6	6.3	20.0	4.05
Diciembre	12.0	25.2	65	0.5	4.9	17.8	3.64
Promedio	**10.5**	**24.8**	**64**	**0.6**	**6.3**	**17.9**	**3.42**

Fuente: Elaboración propia, con datos adquiridos del Proyecto Especial Río Cachi – Dirección de obras y estudios.

Para determinar la Demanda Hídrica se requiere también la precipitación efectiva (Figura 3.102), esta se calculó usando el mismo Software Cropwat 8.0, en función del registro histórico de precipitaciones (2001 - 2009) de la estación “Huanta”.

Figura 3.102. Calculo de la precipitación efectiva en la Estación meteorológica Tambillo, con el programa Cropwat 8.0.

Precipitación mensual - C:\ProgramData\CROPWAT\data\rain\PP_TAMBILLO.CRM

Estación: Huanta — Método Prec. Ef: Método USDA S.C.

	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	82.3	71.5
Febrero	100.8	84.5
Marzo	84.7	73.2
Abril	39.4	36.9
Mayo	14.0	13.7
Junio	7.7	7.6
Julio	10.7	10.5
Agosto	8.9	8.8
Septiembre	15.3	14.9
Octubre	32.1	30.5
Noviembre	45.3	42.0
Diciembre	74.7	65.8
Total	**515.9**	**459.9**

Fuente: Elaboración propia, con datos adquiridos del Proyecto Especial Río Cachi – Dirección de obras y estudios.

El calendario de siembra en el Bloque “Santa Rosa de Ocana” se muestra en el Figura 3.103.

Figura 3.103. Calendario de siembra del Bloque "Santa Rosa de Ocana"

	CALENDARIO DE SIEMBRA DEL BLOQUE												
	Cultivo / Mes	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
86%	1. Palto	77.01	77.01	77.01	77.01	77.01	77.01	77.01	77.01	77.01	77.01	77.01	77.01
14%	2. Papa chaski						12.99	12.99	12.99	12.99	12.99	12.99	
10%	3. Maiz_Chaski_ind	8.76	8.76	8.76	8.76	8.76							8.76
	descanso	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.23
	TOTAL (Ha.)	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00

Fuente: Elaboración propia

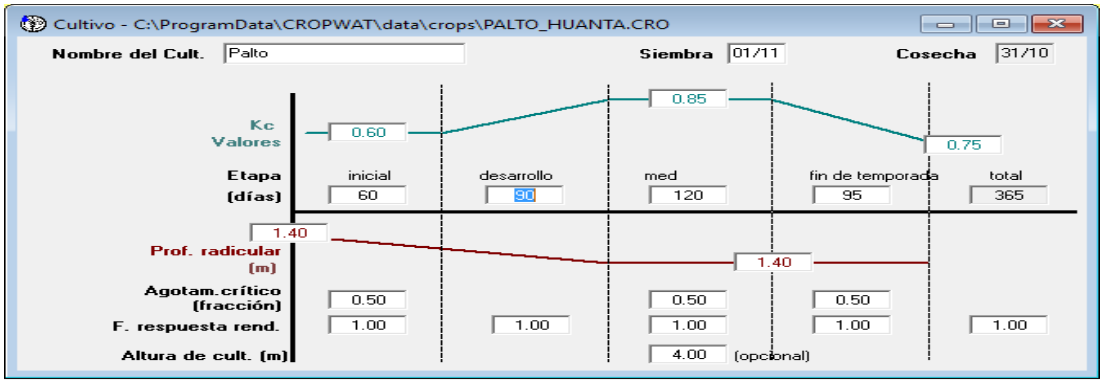
- Coeficientes de uso consuntivo

El coeficiente de cultivo (kc) integra el efecto de la evaporación del suelo y transpiración de los cultivos en sus diferentes fases de desarrollo, está influenciado principalmente por el tipo de cultivo y en menor proporción por el clima y evaporación del suelo. El kc para un determinado cultivo varía en función de las etapas fenológicas del mismo.

Para determinar los coeficientes de cultivo se ha considerado las etapas de desarrollo de los cultivos de acuerdo al Estudio de la FAO: los resultados del cálculo de Kc, para los cultivos se adjunta al anexo 12.

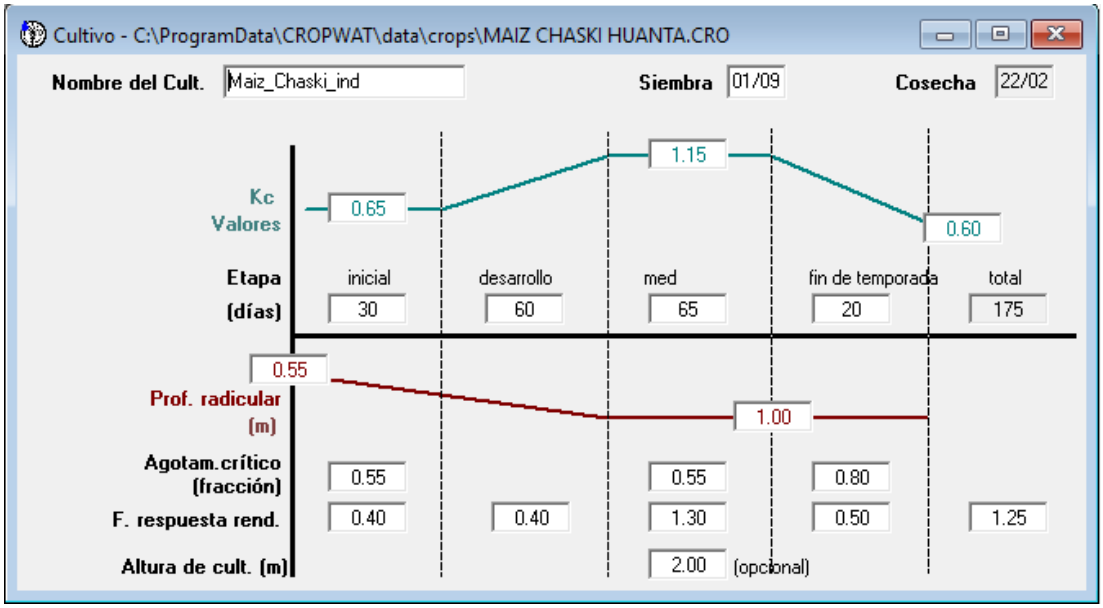
Además se realizó el cálculo del Kc, con el programa Cropwat como se muestran en las Figuras (3.104, 3.105 y 3.106) se presentan la variación del Kc de los cultivos principalmente sembrados (Palto, Maíz grano y Papa), declarados por los usuarios del bloque.

Figura 3.104. Período vegetativo y Kc del cultivo “Palto”.



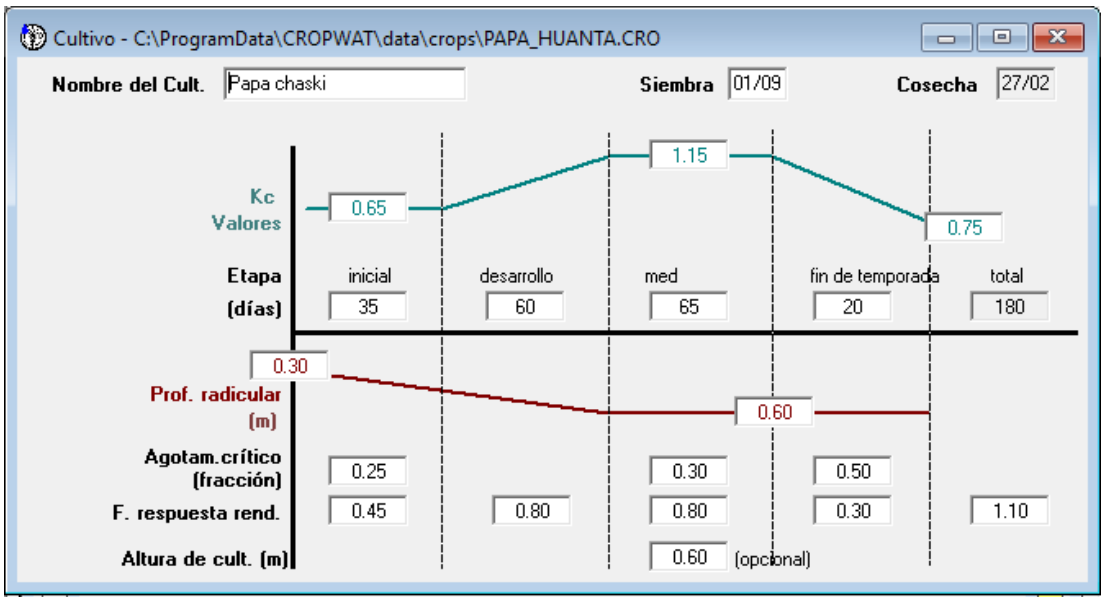
Fuente: Elaboración propia

Figura 3.105. Período vegetativo y Kc del cultivo "Maíz grano".



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.106. Período vegetativo y Kc del cultivo "Papa".



Fuente: Elaboración propia

En la (Figura 3.107) se presenta el resultado del cálculo del requerimiento hídrico unitario a partir del calendario de siembra, el Kc de las diferentes etapas del cultivo, la cédula de cultivo y la precipitación efectiva.

Figura 3.107. Requerimiento hídrico unitario del Bloque "Santa Rosa de Ocana

Aprovisionamiento del sistema

ETo estación: Huanta
Est. de lluvia: Huanta
Patrón de cultivo: Palto

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Déficit de Precipitación												
1. Palto	43.9	13.4	31.2	65.6	96.8	93.6	99.1	107.3	102.8	103.1	89.5	59.4
2. Papa chaski	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.8	81.1	109.5	130.7	116.2	48.0
3. Maiz_Chaski_ind	6.1	0.0	36.7	84.1	116.8	69.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Req. Netos sistema												
en mm/día	0.7	0.2	0.7	1.7	2.3	2.0	2.2	2.5	2.8	2.9	2.7	1.4
en mm/mes	23.1	6.7	22.9	49.6	71.7	60.7	68.4	78.0	84.2	90.8	79.6	44.1
en l/s/h	0.09	0.03	0.09	0.19	0.27	0.23	0.26	0.29	0.32	0.34	0.31	0.16
Area Irrigada	70.0	50.0	70.0	70.0	70.0	70.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
(% del area total)												
Req.de riego area real	0.12	0.06	0.12	0.27	0.38	0.33	0.32	0.36	0.41	0.42	0.38	0.21
(l/s/h)												

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente (Figura 3.108), se presenta finalmente la demanda bruta calculada, utilizando una eficiencia total de riego de 40% valor extraído del (anexo 13) (Vásquez, 1988) en vista de que todos los usuarios utilizan riego por gravedad, más los datos obtenidos de la prueba de velocidad infiltración del suelo ver (anexo 10), define que el suelo posee una textura media (franco arcilloso) con estos datos se halló la eficiencia de riego promedio como se indica líneas arriba.

Figura 3.108. Demanda bruta calculada con una eficiencia total de riego del 40%

DEMANDA BRUTA CON EFICIENCIA DE 40%													
Demanda / Mes	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	**TOTAL**
Demanda mm/mes/ha	84.2	90.8	79.6	44.1	23.1	6.7	22.9	49.6	71.7	60.7	68.4	78.0	679.8
Demanda mm/mes/ha r	2,778.6	2,996.4	2,626.8	1,455.3	762.3	221.1	755.7	1,636.8	2,366.1	2,003.1	2,257.2	2,574.0	22,433.4
Demanda m3/mes	27,786	29,964	26,268	14,553	7,623	2,211	7,557	16,368	23,661	20,031	22,572	25,740	224,334
%ef	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Demanda Bruta	69,465	74,910	65,670	36,383	19,058	5,528	18,893	40,920	59,153	50,078	56,430	64,350	560,835

Descripción						Meses							Total
Demanda (m3)	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
	69,465	74,910	65,670	36,383	19,058	5,528	18,893	40,920	59,153	50,078	56,430	64,350	560,835
Total	69,465	74,910	65,670	36,383	19,058	5,528	18,893	40,920	59,153	50,078	56,430	64,350	560,835

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.3. Disponibilidad Hídrica a Asignar al Bloque de Riego "Santa Rosa de Ocana"

La disponibilidad hídrica se determinó a través del balance hídrico. En el (figura 3.109) se presenta la oferta, la demanda y la disponibilidad del recurso hídrico para el bloque de riego "Santa Rosa de Ocana".

Figura 3.109. Balance hídrico del bloque " Santa Rosa de Ocana"

BALANCE HIDRICO DEL BLOQUE													
Descripción	Meses												
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	TOTAL
Oferta (m3)	72,629	91,826	117,727	168,253	226,424	227,735	226,424	162,825	121,651	88,864	75,050	65,730	1,645,140
Demanda (m3)	69,465	74,910	65,670	36,383	19,058	5,528	18,893	40,920	59,153	50,078	56,430	64,350	560,835
Balance													
Demanda atendida (m3)	69,465	74,910	65,670	36,383	19,058	5,528	18,893	40,920	59,153	50,078	56,430	64,350	560,835
% Demanda atendida	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Disponibilidad (m3)	3,164	16,916	52,057	131,870	207,367	222,208	207,532	121,905	62,499	38,787	18,620	1,380	1,084,305
Déficit (m3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Déficit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

BALANCE HIDRICO DEL BLOQUE													
Descripción	Meses												TOTAL
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
Oferta (m3)	72,628.9	91,826.4	117,727.1	168,252.8	226,424.4	227,735.3	226,424.4	162,825.3	121,651.3	88,864.2	75,049.8	65,729.5	1,645,139.6
Demanda (m3)	69,465.0	74,910.0	65,670.0	36,382.5	19,057.5	5,527.5	18,892.5	40,920.0	59,152.5	50,077.5	56,430.0	64,350.0	560,835.0
Disponibilidad (m3)	3163.9	16916.4	52,057.1	131,870.3	207,366.9	222,207.8	207,531.9	121,905.3	62,498.8	38,786.7	18,619.8	1379.5	1,084,304.6

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.110. Asignación mensual y anual por fuente del bloque "Santa Rosa de Ocana"

ASIGNACION MENSUAL Y ANUAL POR FUENTE DEL BLOQUE "SANTA ROSA DE OCANA														
Tipo	Fuente / Meses	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	FEB	Mar	Abr	May	Jun	Jul	AGO	TOTAL
Quebrada	Ocana	18,778	20,152	17,571	9,690	5,060	1,466	5,016	10,899	15,827	13,471	15,255	17,461	**150,648**
Manantial	Tantarcanchapampa	12,690	13,618	11,874	6,548	3,419	991	3,390	7,365	10,696	9,104	10,309	11,800	**101,803**
Manantial	Tantarcancharanra	32,977	35,388	30,857	17,017	8,886	2,575	8,809	19,139	27,794	23,657	26,789	30,664	**264,551**
Manantial	Meccayrahuaycco	5,020	5,752	5,368	3,128	1,692	495	1,678	3,518	4,835	3,845	4,078	4,425	**43,833**
	TOTAL (m3)	**69,465**	**74,910**	**65,670**	**36,383**	**19,058**	**5,528**	**18,893**	**40,920**	**59,153**	**50,078**	**56,430**	**64,350**	**560,835**

Fuente: Elaboración propia

El volumen de asignación de agua al bloque de riego "santa rosa de ocana" corresponde a un caudal total de 560,835 m3 al año siendo este la cantidad total del agua que usa el bloque cada año para realizar sus actividades productivas, por esta cantidad y volumen se le otorgara un derecho también llamado licencia de uso de agua por la Autoridad Nacional del Agua, la misma estará condicionada a un pago de retribuciones económica por medio de recibos únicos anuales, el costo por cada metro cubico varia y es determinado bajo Decreto Supremo anualmente en los meses de diciembre para cada año.

3.3.2. Mecanismos para la formalización de derecho de uso del agua, según R.J Nº 265-2015-ANA y la Ley Nº 30157, Ley de organización de usuarios de agua y su Reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 005-2015-MINAGRI. Para el reconocimiento y adecuación a la ley en mención de la organización: "Comité de Usuarios de Agua Santa Rosa de Ocana".

Las herramientas que se usaron para la adecuación a la ley de organizaciones (ley 30157) del "Comité de Usuarios de Agua Santa Rosa de Ocana", se adjuntan al anexo: nº-14

CAPITULO IV

DISCUSIÓN

A partir de los resultados, aceptamos la hipótesis alternativa general que establece que La informalidad está relacionado significativamente con respecto al uso agrario y al ordenamiento de cuencas.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Ovalles y Méndez (2008) cuando indican “colocar cada cosa en su lugar y organizar cada lugar para múltiples cosas”. Ello es acorde con lo que se en este estudio se halla.

Se ha delimitado la cuenca hidrográfica ver Anexo 16.1, a partir de modelo digital de elevación (DEM) ver Anexo 16.1, el cual es un capa Raster de la herramienta SIG de los cuales se obtuvieron los parámetros Geomorfológico de la cuenca hidrográfica “Razuhuillca-Huanta” ver (Figura 3.4); se determinó la precipitación media de la cuenca por los métodos Poligono Thiessen y Isoyetas obteniendo una precipitación media de la cuenca Pp=462.115 mm/año, así mismo de determino la precipitación máxima para un periodo de retorno 50 años y tiempo 2 horas, obteniendo un resultado promedio de las intensidades de la (fig. 3.19) y (fig. 3.21) se tiene I max= 13.633mm/hr; se calculó el caudal de diseño (caudal máximos de la cuenca) por distintos método desarrollados líneas arriba obteniendo un promedio de ellos Qmax= 118.39m3/s; se realizó el balance hídrico de la cuenca apartir de los registros multianuales de la página Worldclim, en formato DGC(tif) por medio de datos indirectos calibrados resultando los resultados ver (figura 3.33) (+) superávit indica que no existe déficit en la disponibilidad del agua en la cuenca; se estimó los parámetros Geoestadisticos de la cuenca asi como son las pendientes de la cuenca por los métodos de clasificación de (Klingebiel y Mongomery,1962) y según (Sheng 1982) ver anexo 16.3; se determinó las altitudes predominantes (ver figura 3.43) teniendo un 8.90% tiene una altitud 4400 msnm un extencidad de 769.21 hectáreas, este resultado es razonable y se aceptaría como válido por que la cuenca está rodeada de colinas que

conformas los vasos de las lagunas Razuhuillca; se determinó la perdida de suelo de la cuenca, para ello se calculó por la fórmula de perdida suelo USLE, obteniendo un resultado de la erosión actual A=94.78 Ton/ha/año, es decir se pierde esta cantidad de suelos o tierra cada año por los efectos naturales de la cuenca; se determinó la capacidad de uso mayor del suelo(CUMS) ver anexo 16.5 esto a partir de la clasificación estudiado por Tosi y Sheng, 1982 Kingston (Jamaica) y san José (Costa Rica), este resultado no concuerda con lo indicado en el Decreto Supero nº 017-AG, plantea 5 clases de uso de tierras, mientras Sheng plantea 6, luego de esta comparación para esta cuenca se aceptara la clasificación de Sheng considerando 6 clases ver (figura 3.49) de uso de tierras es la que se adecua mejor en la cuenca solo para este estudio con fines de investigación; así también con fines de ordenamiento se determinó los lugares donde existe riesgos de erosión y desastres ver Anexo 16.9, a partir de la (figura 3.52) se clasifico en 5 nivel de erosión siendo el de mayor importancia la categoría media luego de muy alto y alto con un 14.57% un total 15300 hectáreas de la cuenca Razuhuillca – Huanta; se determinó con fines de ordenamiento las zonas de vida ver anexo 16.7, a partir de ello se clasifico como la más predominantes en la cuenca la zona estepa espino Montano Bajo Subtropical (ee-MBS) de la figura 3.56, corresponde a 30.36 % un área de 2661.2 hectáreas de la superficie de la cuenca corresponde a esta zona de vida, la misma concuerda con la clasificación del sistema Holdridge; se determinó la cubertura vegetal de la cuenca, según MINAM (2015) ver Anexo 07, del cual la más predominante en la cuenca es la Pajonal Andino (PA), ver figura 3.59 CON UN 43.19% de la superficie de la cuenca Razuhuillca que equivale a 3735.64 hectáreas; se ha identificado los sistemas hidráulicos comunes de la cuenca como parte de ordenamiento de cuencas los cuales esta conformados por 01 estructura de captación, 01 CD-principal, Laterales L1, L2, L3 y L4, como señalan las normativas vigentes como la R.J Nº 154-2014-ANA, los SHC están ubicados en las partes altas y medias hasta las partes bajas de las cuenca donde sirven para el uso y funcionamiento de los diversos sistemas de riego, para fines de ordenamiento se ha identificado a nivel del SHMH veintiún sistemas hidráulicos comunes, de los cuales uno (01) la de sistema hidráulico común Santa Rosa de Ocana – San Pedro de Pampay, es la que existe en el ámbito de la comunidad Santa Rosa de Ocana lo cual es compartido con la comunidad San Pedro de Pampay; se ha identificado las fuentes de agua y estructuras hidráulicas

existentes dentro de la Micro Cuenca Santa Rosa de Ocana-Luricocha, cada uno con sus respectivas ubicaciones geográficas en coordenadas en UTM Datum WGS 84 Zona 18s; se identificó las obras de almacenamiento (reservorios, represas) de tamaño medianos, en el Subsector Hidráulico Ocana Paccayhuaycco se identificó un total doce (12) obras de almacenamiento ver figura (3.74); así mismo se identificó los canales de derivación (CD), canales de derivación, (figura 3.75), en el Subsector Hidráulico Ocana Paccauhuaycco existen diecinueve (19) canales derivación, revestido 2.225km;

La delimitación y aplicación de los conceptos guarda relación con la directiva la R.J Nº 154-2014-ANA, definiendo así la denominación o nombre del sector hidráulico "**Sector Hidráulico Menor Huanta, Clase B**", ubicado administrativamente bajo la dirección de la "Autoridad Administrativa del Agua X –Mantaro", "Administración Local del Agua Ayacucho", ubicado hidrográficamente en la Vertiente del Atlántico, unidad hidrográfica Mantaro, código nº 4996, y de acuerdo a la codificación de la metodología de PFAFSTETTER, La delimitación de los Subsectores Hidráulicos del Sector Hidráulico Menor Huanta, definiendo así un total de quince (15) comisiones de usuarios de agua entre ellos **Comisión de Usuarios de Agua Ocana Paccayhuaycco**, conformado por ciento cuarenta y cinco (145) comités de usuarios de agua entre ellos el **Comité de Usuarios de Agua Santa Rosa de Ocana** que integran la comisión ver (anexos 18 y 19)

Para el tema de gestión de la formalidad de los recursos hídricos para uso agrario guarda relación ley de Recursos Hídricos artículo 44º, así como la R.J Nº 484-2012-ANA y la R.J Nº 007-2015-ANA.

La conformación de bloque de riego guarda relación con el artículo 51º de la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos para ello se ha conformado el bloque de riego "Santa Rosa de Ocana", comprendida en la Comunidad Campesina Santa Rosa de Ocana, del distrito de Luricocha, Provincia de Huanta, departamento de Ayacucho quedara definido según la imagen (Figura 3.97) y (Anexo 20) para lo cual se ha definido la oferta hídrica de la fuente un volumen 32.72 l/s un caudal asumido como real en mes de agosto, un volumen anual de 1,645,140l m3/año, la demanda de agua para el bloque

de riego para ello se ha utilizado métodos indirectos que relacionan el área bajo riego, una cedula de cultivo respectiva y datos climatológicos de la zona o cercana a ella, Para el cálculo de la demanda se recabó la información meteorológica de la estación más cercana a la zona de estudio, que es la estación “Huanta” (datos meteorológicos promedio del período 2001 – 2009),

Mecanismos para la formalización de derecho de uso del agua guarda relación con la ley de recursos hídricos y su reglamento concordante con las normativas vigentes como son: R.J Nº 265-2015-ANA y la Ley Nº 30157, Ley de organización de usuarios de agua y su Reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 005-2015-MINAGRI. Para el reconocimiento y adecuación a la ley en mención de la organización: “Comité de Usuarios de Agua Santa Rosa de Ocana”, se dio inicio con la elaboración del acta de adecuacion y/o aprobación de adecuación a la ley nº 30157, acompañada del estatuto según modelo de la R.J. Nº 265-2015-ana, acompañadas del padrón de usuarios y la declaración de patrimonio y/o equipo técnico administrativo de la organización más el esquema hidráulico de las obras existentes (ver anexo nº 14)

CONCLUSIONES

1. En esta tesis se desarrolló el ordenamiento de cuencas por medio de la delimitación de Cuencas y los Sectores, Subsectores Hidráulico de la cuenca Razuhuillca – Huanta y la micro cuenca Santa Rosa de Ocana-Luricocha, se implementó los lineamientos para libre acceso a la formalización del uso del agua con fines agrarios en la Comunidad de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta, para tal fin se empleó el software ArcGis 10.3 para la identificación y delimitación de los principales componentes de las cuencas hidrográficas "Santa Rosa de Ocana y Razuhuillca-Huanta", en los componentes geomorfológicos tenemos área 12.42km y 87.24km^2, perímetro 22.58km y 52.45km; Se desarrolló la evaluación de los componentes, sistemas existentes en la cuenca y de las estructuras Hidráulicas naturales y artificiales empleando las herramientas de gestión de los recursos hídricos como son:

   Los componente hidrometeorologicos se halló, precipitación media Pp media=462.115mm/año, intensidad máxima de precipitación para periodo de 50 años una duración de 2 horas que equivalen al tiempo de concentración de la cuenca esto resulta Imax = 13.633mm/hr, asi como también se define el caudal de diseño (caudal máximo) de la cuenca es Qmax=96.19 m3/s;

   Los componentes Geoestadisticos tenemos la pendiente con mayor relevancia en la cuenca es 25 – 40 % (ligeramente escarpado y/o ondulado) con un área promedio 2777.63 Ha ocupado un 32.12% del área total de la cuenca; la altitud de la cuenca que más área ocupa es la de 4300 msnm, con 8.90% de la superficie de la cuenca ocupando un área de 769.21 Ha; El volumen de erosión del suelo (perdida de suelo) en la cuenca determinado por medio de la fórmula de la USLE para Erosión Potencial A=186.88ton/ha/año; La clasificación de la Capacidad de Uso Mayor del Suelo (CUMS) siendo el más predominante pastoreo y ganadería extensiva con 32.13% y 2778.87 Ha del total de la superficie de la cuenca realizan esta práctica; el rango de erosión de la cuenca en la actualidad es de14.57% un área 1530 ha nivel erosivo (medio);

Los componentes ecológicos existen seis (06) zonas de vida en la cuenca hidrográfica “Razuhuillca-.Huanta”, siendo el más predominante de la cuenca la “estepa espino Montano Bajo Subtropical” (eeMBS) con 30.36% de la superficie y 2661.2 ha; La cobertura vegetal de la cuenca se clasifico en ocho (08) tipos de cobertura vegetal, siendo la más predomínate “Pajonal Andino” (PA) Ccon 43.19% de la superficie de la cuenca y 3735.61 ha;

2. Se determinó en ámbito del Sector y Subsector Hidráulico a través de la delimitación de las cuencas y sus componentes aplicando las herramientas del Sistema de Información Geográfica (SIG), logrando los resultados:

   Para la propuesta de delimitación del Sector Hidráulico Menor Huanta Clase B y Subsectores Hidráulicos conformados por (12) Subsectores, de los cuales (08) Subsectores Hidráulicos están definidos por compartir la misma fuente de agua, (04) Subsectores con sistema de abastecimiento de fuente propia, (15) Comisiones y (153) comités, (21) Sistemas Hidráulicos Comunes los cuales están a cargo de las organizaciones de usuarios de agua;
   El Sector Hidráulico Menor Huanta, cuenta con (48) obras de almacenamiento estos son de tamaño mediano y constan de material concreto armado, geomenbrana y tierra, de los cuales (07) son represas de mediana envergadura; cuenta con (133) canales de derivación; cuenta con (610) canales de distribución también llamados laterales a nivel L1.

3. Se implementó las herramientas de gestión para formalización de derecho de uso del agua según los lineamientos de la Ley de Recursos Hídricos, iniciando con el trámite administrativo de adecuación (reconocimiento de la organización), para dar lugar a la formalización con la conformación del bloque de riego “Santa Rosa de Ocana” el cual canaliza el otorgamiento de licencia de uso de agua, por vías de formalización concordante con la Resolución Jefatural N°484-2012-ANA, para ello sea determinado la oferta hídrica un volumen proyectado de la fuente al 75% de persistencia total 1,645,140 m3/año, demanda de agua del bloque de riego total 491,800 m3, asignación mensual y anual por fuente del Bloque “Santa Rosa de Ocana” un vol. 560,835 m3.

RECOMENDACIONES

Hacer uso eficiente del agua en la producción agraria, ya que los principales usuarios del recurso hídrico proveniente de esta cuenca Ocana Paccahuaycco son para uso agrario y productivo por los comités “Santa Rosa de Ocana” y “San Pedro de Pampay”, para este objetivo se recomienda optar las nuevas tecnologías de riego, en casos de laderas es recomendable el riego por aspersión y riego localizado (goteo),

Las obras mecánicas de protección son elementos importantes en el manejo de laderas con fines de protección, estas obras requieren de mano de obra no calificada en su construcción y requiere de materiales del lugar en el caso de andenes, terrazas, zanjas de infiltración y muros de contención, por lo que es recomendable su empleo de estas obras en la prevención de desastres naturales.

Los trabajos de ordenamiento de cuencas son herramientas que facilitan la gestión de la formalidad de los recursos hídricos en el Sector Hidráulico Menor Huanta, Clase B”, para ello se identifica a los actores importantes como son los usuarios del agua organizados sobre la base de estas en distintos niveles de organización y por medio de ella canalizar la participación de sus miembros en la gestión multisectorial y uso sostenible de los recursos hídricos, en marco a la ley 29338, Ley de Recursos Hídricos, por lo que es recomendable el empleo de estas herramientas de gestión para el uso sostenible del recurso hídrico en las comunidades campesinas, centros poblados y anexos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alencastre, Andres.2008. El concepto de Gestión Social del Agua y el Ambiente en Cuencas en las relaciones del Agua, Minería y Cuencas para el Desarrollo. 1er Foro del Agua, Minería y Cuenca para el Desarrollo Social. Programa GSAAC – Perú.

- ANA (Autoridad Nacional del Agua), 2010. Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de los proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico, Dirección de estudios de proyectos hidráulicos multisectoriales. Lima, Peru.

- ANA (Autoridad Nacional del Agua), 2011. Resolución Jefatural nº 492-2011-ANA, reglamento de operadores de infraestructura hidráulica. Lima, Perú.

- ANA (Autoridad Nacional del Agua), 2012. Resolución Jefatural nº 484-2012-ANA, metodología para la formalización del uso de agua poblacional y agrario. 1ra edición. San Isidro, L, PE.

- ANA (Autoridad Nacional del Agua), 2015. Resolución Jefatural nº 007-2015-ANA, reglamento de Procedimiento Administrativos Para el Otorgamiento de Derecho de Uso de Agua y de Autorización de Ejecución de Obras en Fuentes Naturales de Agua. Lima, Perú.
- Apaclla, Ricardo. 2008. Propuesta de asignación de agua de riego en bloque valle de Chicama – Peru, UNALM. Lima, Perú

- Arnedo, Raul. 2016. Evaluación hidrológica e hidráulica de la cuenca del “arroyo grande” y posibles alternativas de solución para el control de las inundaciones en el sector de mamonal. Cartagena de Indias, Colombia.

- Asociación Mundial para el Agua. 2008. (GWP). Global Water Partnership, Principios de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos bases para el desarrollo de Planes Nacionales.

- Asociación Mundial para el Agua (Global Water Partnership, GWP). 2009. Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas. 212 pp.

- ATDR-SICUANI IRH-INRENA (Administración Técnica del Distrito de Riego Sicuani, Intendencia de Recursos Hídricos - Instituto Nacional de Recursos Naturales), 2005. Mapa Hidrografico e inventariado de fuentes de agua superficiales en el ámbito del ATDR Sicuani ATDR Sicuani, Administración Técnica del Distrito de Riego Sicuani.

- Bielza De Ory, V. 2008. Introducción a la ordenación del territorio: un enfoque geográfico. 1ra edición, Prensas Universitarias de Zaragoza.

- Barahona Jorge. 2006. Caracterización paisajística y definiciones de lineamientos de manejo de "montaña grande": zona de recarga de las microcuencas de la soledad, las cañas y del cobre, valle de ángeles y santa lucia. Catacamas, Olancho, Honduras

- Carmona, A.; Monsalve, J. 1999. Sistemas de información geográfica (En línea) consultado el 21 de marzo del 2016. http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml.

- Castillo, M. 2007. Informalidad en el uso del agua y sus impactos en el afianzamiento del sistema hidráulico san Lorenzo-Piura. Piura, Perú.

- Dourojeanni, Axel. Jouravlev, Andrei et al. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica - Cepal. Santiago de Chile – Chile.

- EFPIA, UNSCH. 2004. Plan Curricular para la elaboración de Tesis, Ingeniería Agrícola. Ayacucho, Peru

- Gaspari, F. 2000. Plan de ordenamiento territorial en cuencas serranas degradadas utilizando sistema de información geográfica (S.I.G.). Buenos Aires, Argentina

- Glave, Manuel. 2012. Ordenamiento Territorial en el Perú: Notas Conceptuales y balance de logros y limitaciones. Lima-Perú.

- Glosario Hidrológico Internacional. (2012). Organización Meteorológica Internacional. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Tecnología. Suiza. 469 pp.

- Huillca Miguel. 2013. Manejo de Laderas con fines de Protección en la parte alta de los centros poblados de Rio Seco, Paraíso y Alto Perú, Distrito Ayacucho – Provincia Huamanga – Ayacucho, 2010. Ayacucho, Perú.

- Ley N° 29338, 2009. Ley de Recurso Hídricos. Diario Oficial el Peruano, LI, PE.

- Nohrian, N. (2003) What Really Works. Harvard Bussines Review. Boston, USA.

- Pastor, Jorge. 2016. Uso Adecuado del Recurso Hídrico en el Ordenamiento de Cuenca. Irrigación Cachi. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Unidad de Investigación e Innovación, Programa de Investigación en Agua y Energía, Área de Recursos Hídricos, Ayacucho, Perú.

- Pastor, Jorge. Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas, UNSCH. Ayacucho – Perú, 2009.

- Puelles, Juan. 2015. Estudio Hidráulico e Hidrológico de la cuenca Alto Perú y el porvenir en el asentamiento humano las Mercedes alto Perú, distrito de la Oroya, provincia de Yauli – Junín para la construcción futura de obras de arte

ante amenaza de derrumbes provocados por crecidas del rio, mediante el uso de los modelos matemáticos HEC-HMS Y HEC-GEORAS. Lima, Perú.

- Reglamento Ley N° 30157, 2014. Ley de organizaciones de usuarios de agua. Diario Oficial el Peruano, LI, PE

- Rodríguez, Pedro. 2008. Hidráulica II, Hidráulica de canales. Oaxaca, México.
- Ruiz, L. 2013. Reflexiones en torno al acceso al agua en el Perú, en el marco de la nueva Ley de Recursos Hídricos. N° 70, 2013. Revista de la facultad de derecho PUCP.

- Tapia, M. 1997. Manejo integral de microcuencas. Curso Taller. Lima, Perú

- Ordoñez Juan. 2011. Cartilla técnica: aguas subterráneas – acuíferos SENAMHI, Lima, Peru.

- Umaña, Edmundo. 2002. Educación Ambiental con Enfoque en Manejo de Cuencas y Prevención de Desastres. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, Departamento de Manejo Cuencas y Gestión Ambiental. (Taller de Capacitación), San Nicolás, Esteli, Nicaragua

- UNALM. 2006. Reglamentos de Redacción y Publicación de Proyectos e Informes Finales de Tesis. La Molina , Lima, Peru

Sitios web

1. Fuente: http://google.com/

2. Cap-Net, una red internacional para el desarrollo de capacidades en GIRH: www.cap-net.org.
3. http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml.
4. UNESCO. 2001. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente en la Cátedra
5. http://www.grupochorlavi.org/desarrolloterritorial/docs/PRISMA.pdf.

6. https://es.wikipedia.org/wiki/Hidrografica_del_Perú.
7. https://es.slideshare.net/mil61/planeta-agua-50738620
8. http://worldclim.org/version2

Revistas científicas

- Ovalles, Y; Méndez, E; Ramírez, Gustavo. 2008. Ordenación de cuencas hidrográficas. Un reto al conocimiento, la acción y la gestión. Revista Forestal venezolana, año XlII, volumen 52(2) julio diciembre, 2008, pp. 241-252

ANEXOS

Anexo 1.0.0 Tabla de valores de "Curva Numero" CN de escorrentía.

TABLA Nº 07: Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, Ia = 0.2s)

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA		GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
		A	B	C	D
Tierra cultivada[1]: sin tratamientos de conservación		72	81	88	91
con tratamiento de conservación		62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres		68	79	86	89
condiciones óptimas		39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas		30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,		45	66	77	83
cubierta buena[2]		25	55	70	77
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.					
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más		39	61	74	80
condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%		49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)		89	92	94	95
Distritos Industriales /72% impermeables)		81	88	91	93
Residencial[3]:					
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable[4]				
1/8 acre o menos	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc.[5]		98	98	98	98
Calles y carreteras:					
Pavimentados con cunetas y alcantarillados[5]		98	98	98	98
Grava		76	85	89	91
Tierra		72	82	87	89

1 Para una descripción más detallada de los números de curva para usos agrícolas de la tierra, remitirse a Soil Conservation Service, 1972, Cap.9.

2. Una buena cubierta está protegida del pastizaje, y los desechos del retiro de la cubierta del suelo.

Anexo 2.0.0 Tabla de características generales del suelo del mundo (FAO), para cálculo de susceptibilidad de erosión del suelo factor “K” del suelo.

Soil unit symbol	sand % topsoil	sand % subsoil	silt % topsoil	silt% subsoil	clay % topsoil	clay % subsoil	pH water topsoil	pH water subsoil	OC % topsoil	OC % subsoil	N % topsoil	N % subsoil	BS % topsoil	BS % subsoil	CEC topsoil	CEC subsoil	CEC clay topsoil	CEC Clay subsoil	CaCO3 % topsoil	CaCO3 % subsoil	BD topsoil	BD subsoil	C/N topsoil	C/N subsoil
SO 3	40.4	35.4	11.2	13	48.5	51.6	9.2	8.2	0.37	0.19	0.07	0.03	100	100	20.3	21	45	45	1	1.5	1.3	1.7	7	7
T	42.1	43.1	38.1	38.3	19.8	18.7	5.8	6.1	5.23	2.63	0.39	0.24	43	43	29.8	25.4	64	61	0.3	0.3	0.8	0.8	17	13
TH	41	42.6	41.3	41	17.7	16.4	5.4	5.7	7.03	3.66	0.47	0.31	19	19	34	28.5	78	69	0	0	0.6	0.6	22	16
TH 1	72.8	74.4	19.3	18.2	8	7.3	5.4	5.9	9.57	2.32	0.31	0.1	15	16	27.9	11.6	92	65	0	0	0.4	0.7	67	32
TH 2	34.3	36.2	49.5	49.9	16.2	13.9	5.3	5.7	6.97	4.42	0.46	0.23	19	18	36.5	32.2	91	79	0	0	0.7	0.6	13	13
TH 3	7.6	8.1	40.8	35	51.7	57	4.9	5	9.65	5.16	0.6	0.32	14	20	37.1	27.5	58	51	0	0	0.6	0.8	17	18
TM	31.2	27.5	39.6	42.8	29.2	30	6.3	6.5	3.95	1.93	0.34	0.16	77	69	33	28.6	45	54	1	1	1	0.9	10	10
TM 1	70	75	20	20	10	5	6.3	6.5	3.5	1.5	0.35	0.15	75	70	21	10	90	80	1	1	0.4	0.7	10	10
TM 2	38.5	34	44.5	49	17	17.3	6.5	6.9	4.35	2.37	0.33	0.17	74	75	29.8	27	90	83	1.5	1.4	1.1	1.1	11	12
TM 3	9.3	7.7	24.9	24.2	66	68.1	5.5	5.2	2.36	0.72	0.27	0.08	66	49	28.8	25.3	45	40	0	0	0.7	0.6	9	10
TO	38.2	41.6	36.6	35	25.2	23.5	6	6.4	3.02	1.08	0.31	0.14	60	58	23.1	20.2	27	23	1	1	0.9	0.9	11	11
TO 1	45	50	50	45	5	5	6	6.4	2.5	1	0.23	0.09	60	58	11	5	40	30	1	1	1	1.1	11	11
TO 2	43.5	48.1	41.1	39	15.5	12.9	6.4	6.8	3.31	1.15	0.34	0.16	69	67	23.8	20.7	30	25	1.3	1.3	0.9	0.9	11	12
TO 3	12	9.1	14	14.7	74	76.1	4.3	4.5	1.57	0.74	0.17	0.08	14	12	19.6	17.6	27	23	0	0	0.9	0.9	9	9
TV	64.5	67	26.2	26.3	9.3	6.7	6.3	6.5	1.4	0.84	0.27	0.16	53	64	15.2	13.9	75	60	0	0	1.1	1.1	11	10
TV 1	75.5	69	19.5	25.5	5	5.6	6.5	6.5	0.87	0.38	0.09	0.04	72	83	5.9	4.6	75	60	0	0	1.2	1.3	12	11
TV 2	42.5	63	39.7	27.9	18	9.1	5.8	6.3	2.3	0.74	0.56	0.32	27	32	26.4	23.3	75	60	0	0	1	0.9	8	8
TV 3	40	50	35	30	25	20	5.8	6.3	3	1	0.3	0.33	27	32	29	16	75	60	0	0	0.8	0.9	10	9
U	50.8	47	16.8	18	32.3	35	4.1	4.2	2.38	2	0.3	0.25	7	9	17.7	13.7	64	42	0	0	1	1.3	8	10
U 1	70	67	10	11	20	22	4.1	4.2	2	1.5	0.17	0.15	7	9	17	14	50	40	0	0	1.2	1.5	12	10
U 2	50.8	47	16.8	18	32.3	35	4.2	4.2	2.38	2	0.3	0.25	8	9	15.1	13.7	48	42	0	0	1	1.3	8	10
U 3	30	27	30	31	40	42	4.2	4.3	3	2	0.3	0.25	8	10	30	23	50	40	0	0	1.2	1.4	10	8
V	24.6	22.4	14.4	13.4	61	64.2	7.3	7.7	0.68	0.51	0.09	0.05	96	97	48.7	50.5	76	76	1.8	4.7	1.5	1.6	15	13
VC	22.4	20.8	24.5	23.5	53	55.7	7.8	8	0.69	0.46	0.08	0.06	98	99	45.3	44.8	82	80	3.8	6	1.6	1.7	13	11
VC 1	44	40	30	34	26	26	7	7.5	1	0.5	0.07	0.04	90	95	27	25	90	90	1	3	1.2	1.7	15	12
VC 2	43.7	39.4	28.6	33	27.3	27.6	7.8	7.9	1.43	0.76	0.07	0.06	100	100	36.4	31.8	90	90	17.1	34.6	1.2	1.6	20	13
VC 3	20.2	18.8	23.9	22.5	55.8	58.6	7.8	8	0.61	0.43	0.09	0.06	98	99	46.2	46.1	82	80	2.7	3.8	1.6	1.7	9	9
VP	25.1	22.8	12.2	11	62.7	66.1	7.2	7.6	0.68	0.52	0.11	0.03	96	97	49.4	51.7	75	76	1.3	3.5	1.1	1.2	19	22
VP 1	55	45	15	17	30	38	7	7.5	1	0.5	0.05	0.03	90	95	31	36	90	90	1	3	1.4	1.7	20	18
VP 2	53.2	44.2	15.9	16.5	31.1	39.4	7.8	7.8	0.76	0.57	0.04	0.03	94	93	28.2	36.7	90	92	3.1	7.1	1.4	1.6	23	22
VP 3	24.4	22.4	11.5	10.9	64.2	66.7	7.2	7.6	0.67	0.52	0.14	0.04	96	97	50.2	52.3	75	75	1.2	3.2	1.1	1.2	16	12
W	61.4	51.3	21.9	18.1	16.7	30.6	6.3	6.8	1.25	0.41	0.17	0.08	74	83	11.2	16.4	48	56	0.5	1	1.4	1.5	13	10
WD	19.8	15.2	55.2	47.5	24.8	37.3	4.7	5.1	4.27	0.53	0.31	0.05	24	25	21.3	13.8	39	44	0	2.2	1.3	1.4	17	9
WD 1	90	75	5	5	5	20	4.5	5	1.2	0.2	0.07	0.02	41	45	6	9	40	40	0	0	1.4	1.7	17	10
WD 2	28.5	23.5	61.5	55.5	9.8	21	4.5	4.5	1.5	0.13	0.05	0.02	41	28	2.7	7.9	59	38	0	0	1.6	1.7	25	8
WD 3	11.1	6.2	49	45.1	39.9	48.8	4.9	5.7	4.63	0.81	0.37	0.08	16	24	27.5	17.1	19	60	0	5.5	1.1	1.2	13	11
WE	76.6	68.9	10.3	7.5	13.1	23.4	6.2	6.4	0.46	0.24	0.07	0.06	84	91	8.4	14	48	60	0	0.1	1.4	1.5	10	7
WE 1	88.9	77.8	4.6	3.7	6.6	18.3	6.3	6.4	0.23	0.15	0.06	0.04	91	93	3.3	11.6	43	66	0	0	1.4	1.8	8	4
WE 2	52.1	47.4	24.4	16.3	23.5	36.3	5.7	6.5	1.06	0.59	0.09	0.08	73	92	12.3	20.4	44	50	0	0.4	1.4	1.7	11	8

Soil unit symbol	sand % topsoil	sand % subsoil	silt % topsoil	silt% subsoil	clay % topsoil	clay % subsoil	pH water topsoil	pH water subsoil	OC % topsoil	OC % subsoil	N % topsoil	N % subsoil	BS % topsoil	BS % subsoil	CEC topsoil	CEC subsoil	CEC clay topsoil	CEC Clay subsoil	CaCO3 % topsoil	CaCO3 % subsoil	BD topsoil	BD subsoil	C/N topsoil	C/N subsoil
GX 2	55	45	30	30	15	25	6	5.8	4	2	0.22	0.16	65	55	14	6	79	17	0	0	1.2	1.5	18	12
GX 3	25	20	30	25	45	55	6	5.8	4	2	0.22	0.16	65	55	20	13	30	17	0.5	0	1.2	1.6	18	12
H	37.3	52	25.7	20.5	37	27.5	6.5	6.8	1.57	0.53	0.18	0.08	82	85	24.7	18.5	53	53	0.5	2.9	1.3	1.4	10	8
HC	40.8	40.8	22.5	25.7	36.8	33.4	7.9	8.4	2.17	0.8	0.19	0.09	98	92	39.3	40.5	92	93	3.1	21.9	1.2	1.4	11	9
HC 1	75	70	15	15	10	15	7.2	8.2	2	0.8	0.16	0.08	90	98	10	15	93	97	0.5	5	1.2	1.5	12	10
HC 2	56.9	56.8	23	21.2	20.2	22	7.8	8.3	1.59	0.59	0.17	0.09	95	83	15.9	18.3	78	93	2.7	8.2	1.2	1.4	10	7
HC 3	8.5	8.8	21.5	34.9	70	56.3	8.2	8.6	3.33	1.23	0.24	0.09	100	100	62.7	62.7	92	92	3.4	35.5	1.2	1.4	14	14
HG	34.6	65.2	22.2	13.8	43.3	21	6	6.3	1.82	0.38	0.4	0.13	78	84	27.5	16.5	40	42	0	0	0.8	1.2	4	2
HG 1	83	90.8	6.6	3.3	10.3	5.9	5.9	6.9	0.7	0.11	0.07	0.01	71	66	6	3.3	27	42	0	0	1.1	1.3	10	8
HG 2	64.1	74.8	11.7	5.5	24.2	19.7	6.6	6.4	0.52	0.16	0.05	0.02	85	85	15.8	11.8	59	55	0	0	1	1.2	10	8
HG 3	13	56.2	29.5	19.3	57.6	24.6	5.6	6	2.72	0.53	0.4	0.13	74	84	36	20.4	33	37	0	0	0.8	1.2	4	2
HH	37.2	46	31.2	26.7	31.6	27.4	6.7	6.9	1.09	0.5	0.15	0.07	81	78	21.9	17.7	65	65	0.3	0.4	1.4	1.4	9	10
HH 1	75	70	20	20	5	10	6.5	6.7	1.5	0.5	0.15	0.06	80	85	8	10	65	65	0	0	1.2	1.3	10	8
HH 2	45.5	55.7	30.9	24.7	23.6	19.7	6.6	6.7	1.02	0.3	0.17	0.08	87	80	14.6	11.4	62	62	0.4	0.5	1.5	1.5	10	7
HH 3	20.7	26.5	31.9	30.8	47.5	42.8	7.3	7.6	1.28	0.92	0.14	0.06	77	75	40.3	34.1	75	72	0	5	1.3	1.3	10	17
HL	39.1	46.9	26.5	20.7	34.6	32.4	6.4	6.6	1.46	0.63	0.13	0.07	83	89	20.4	15.8	54	43	0.4	0.7	1.3	1.3	13	9
HL 1	75	70	15	10	10	20	6.4	6.6	1.5	0.5	0.13	0.06	83	89	10	15	75	73	0	0	1.4	1.5	12	9
HL 2	43.5	53.4	31.2	27.8	25.5	18.8	6.6	6.8	1.23	0.52	0.1	0.03	87	95	17.8	12.1	68	52	0	0.8	1.4	1.4	10	7
HL 3	33.2	38.3	20.2	11.2	46.6	50.5	6.4	6.6	1.8	0.75	0.14	0.1	73	79	23.3	16.7	34	29	0.9	0.8	1.3	1.3	15	10
I	58.9	56	16.2	17	24.9	27	7.1	7.2	0.97	0.4	0.13	0.02	69	90	10.4	8	55	28	0.1	0.5	1.2	1.5	11	8
I 1	75	72	15	16	10	12	8.3	8.3	0.31	0.2	0.01	0	98	100	7.9	8	69	66	0.1	0.5	1.3	1.5	12	9
I 2	65	62	15	16	20	22	7	7.2	1	0.4	0.09	0.05	80	90	13	15	62	67	0.3	0.5	1.2	1.5	11	8
I 3	55	52	15	16	30	32	4.8	5.5	2.3	0.8	0.25	0.1	11	60	15.4	15	27	44	0	0	1.4	1.6	9	8
J	55.8	52.7	22.2	23.5	22	23.8	6.3	6.3	1.32	0.81	0.19	0.1	82	84	14.8	15	55	58	1.5	2.4	1.3	1.2	12	13
JC	39.6	41.7	39.9	39.8	20.6	18.5	8	8.1	0.65	0.24	0.08	0.02	99	99	17.7	15.8	52	42	10.1	11.6	1.5	1.4	10	11
JC 1	68.9	62.9	16.7	20.1	14.4	17	8	8.2	0.28	0.11	0.03	0.01	97	94	5.5	4.2	48	25	0.7	3.3	1.6	1.6	10	10
JC 2	20.9	36.4	54	44.8	25.2	18.9	8	8.1	0.84	0.27	0.08	0.02	100	100	23.8	18.8	56	50	14.8	13.7	1.4	1.3	10	11
JC 3	10	10	50	50	40	40	8	8.2	0.9	0.3	0.09	0.03	100	100	25	20	59	49	15	20	1.4	1.4	10	10
JD	35.9	33.9	39.4	37.2	24.8	28.9	4.5	4.4	2.16	1.3	0.18	0.09	41	51	41.2	33.2	89	74	0	0	1.3	1.3	11	12
JD 1	79.5	85.9	13.5	9.3	7	4.8	5.6	5.5	1.31	0.77	0.13	0.08	40	50	10	5	90	70	0	0	1.3	1.4	10	10
JD 2	32.5	25.7	44.1	42.9	23.5	31.5	4.3	4.3	1.68	1.66	0.13	0.1	40	50	40	30	90	70	0	0	1.2	1.4	11	14
JD 3	2.3	6.8	51.3	48.2	46.5	45.1	4.1	3.6	4.47	0.74	0.39	0.08	41	51	41.2	33.2	89	74	0	0	1.2	1.4	11	9
JE	70.8	67	12.8	14.1	16.5	18.9	6.6	6.9	1.15	0.67	0.29	0.16	86	90	11.6	11.2	54	59	0	0	0.9	0.8	14	13
JE 1	80.1	79.5	8.6	7.6	11.4	12.9	6.4	6.5	0.76	0.25	0.08	0.03	85	91	8.1	7.4	56	63	0	0	1.3	1.3	10	8
JE 2	56.2	55.1	19.1	19.6	24.7	25.4	6.8	7.2	0.93	0.29	0.09	0.04	86	88	15.6	13.8	49	52	0	0	0.7	0.7	10	8
JE 3	21	21.1	36.9	40.1	42.2	38.9	7.2	7.4	2.61	0.83	0.24	0.12	100	100	31.8	29	59	55	0	0	1.2	1.4	10	6
JT	11.7	7.8	36.8	40.3	51.5	52	4.1	3.6	2.57	1.67	0.21	0.09	45	47	25.2	27.8	56	59	0	0	1.3	1.5	13	18
JT 1	50	50	30	30	20	20	3.5	2.8	2	1	0.13	0.05	15	10	20	20	93	96	0	0	1.4	1.6	15	20
JT 2	30	9.1	36.7	48.6	33.3	42.3	3.6	2.8	3	1.5	0.2	0.08	100	100	26.1	33.7	100	82	0	0	1.3	1.5	15	20

Anexo 3.0.0 Registro de precipitaciones, de las estaciones Huanta, Acobamba, Lircay, Luricocha, Quinua, San Miguel, San Pedro de Cachi, Huayllapampa periodos registro 1967 - 2010

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL (mm)

Nombre de Estación:	HUANTA	Río:		Región:	AYACUCHO	Latitud Sur:	-12.94583
Codigo de Estación:	000660	Cuenca:	Cuenca Mantaro	Provincia:	HUANTA	Longitud Oeste:	-74.23917
Tipo de Estación:	CLIMÁTICA	Pfafstetter:	4996	Distrito:	HUANTA	Altitud:	2,52100

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembr	Octubre	Noviembr	Diciembr
1967						0.00	8.00	15.50	38.50	32.00	14.50	107.30
1968	111.60	122.00	115.00	8.00	5.00	2.00	5.00	59.80	8.40	83.80	65.00	116.10
1969	38.40	47.40							19.00			90.50
1970	127.10	27.40	51.60	17.60	1.00	0.40	14.30	0.00	8.20	27.10	30.30	93.20
1971	188.10	117.70	70.70	3.80	0.40	0.50	1.00	11.50	0.00	4.90	9.30	
1972		8.90	141.20	29.40	4.20	2.00	7.30	7.10	18.50	11.80	13.00	26.70
1973	94.70	157.10	67.70	53.50	0.00	22.20	13.90	5.80	7.20	43.30	45.90	69.20
1974	110.60	89.00	45.30	11.10								
1999											43.20	70.90
2000	120.70	148.20	89.70	28.20	31.90	4.20	18.80	9.90	5.30	54.70	19.40	77.80
2001	150.90	81.00	109.90	14.30	37.30	2.40	34.90	19.40	3.50	48.90	63.60	83.50
2002	47.60	115.00	111.70	41.70	20.70	1.60	23.00	8.70	22.30	23.20		77.10
2003	61.20	135.00	163.30		12.60	1.50	0.00	16.30	23.90	12.50	15.00	
2004	58.50	92.50	54.10	4.00	8.20	7.90	18.10	11.10	22.00	19.90	34.60	97.70
2005	42.50	98.20	119.80	14.70	8.20	0.00	5.00	0.00	3.60	30.60	34.70	82.10
2006	91.40	69.20	68.90	29.50	0.00	7.80	0.00	4.50	11.40		54.30	67.30
2007	97.70	43.40	111.60	21.70	4.30	0.00	4.30	3.00	6.00	41.00	44.80	
2008	73.70	90.70	23.70	3.60	12.00	5.70	0.00	0.00	4.70	18.00	23.00	35.80
2009	86.00	115.10		46.20	28.80	1.00	8.90	5.80	9.70	13.40	27.30	
2010	151.40	59.60										
N°Registros	17	18	15	15	15	16	16	16	17	15	16	14
Promedio	**97.18**	**89.86**	**89.61**	**21.82**	**11.64**	**3.70**	**10.16**	**11.15**	**12.48**	**31.01**	**33.62**	**78.23**
Máximo	188.10	157.10	163.30	53.50	37.30	22.20	34.90	59.80	38.50	83.80	65.00	116.10
Mínimo	38.40	8.90	23.70	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.90	9.30	26.70

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL (mm)

Nombre de Estación:	ACOBAMBA	Río:		Región:	HUANCAVELICA	Latitud Sur:	-12.83750
Codigo de Estación:	000659	Cuenca:	Cuenca Mantaro	Provincia:	ACOBAMBA	Longitud Oeste:	-74.56778
Tipo de Estación:	CLIMÁTICA	Pfafstetter:	4996	Distrito:	ACOBAMBA	Altitud:	3,236.00

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembr	Octubre	Noviembr	Diciembr
1964												
1965	84.70		124.10	51.00	55.70		2.90					145.10
1966		73.80		15.10	65.90	0.00	0.00	0.00	24.20			72.10
1967	93.00	162.00	150.40		42.60	6.20	28.00	25.20	22.40	104.80	55.60	79.00
1968	105.60	68.60	155.00	13.00	5.80	19.00	16.40	68.30	28.00	98.00	73.80	
1969				64.20	8.80	6.20	23.40		90.00		98.40	
1970	307.00			80.40				23.00				114.40
1971	111.60	135.50		46.40	13.30	11.70	13.80	1.70	8.80	54.70	50.60	107.10
1972	318.30	60.90	185.80	46.60	2.20	8.30		0.50	31.10		47.60	53.20
1973	164.90	238.50	157.50	64.20	5.60	23.60	11.10	21.60	31.60	95.60	81.80	119.40
1974	283.70	223.80	163.40	47.70	4.00	17.50	0.00	54.90	21.90	49.30	41.10	69.50
1975	137.80	80.70	95.00	42.30	72.60	3.10	12.50	31.20	76.40	71.70	84.90	86.50
1976	150.70	161.90	117.00	18.10	45.00	49.70	20.30	26.00	208.60	2.50	26.00	94.50
1977	111.50	157.50	171.60	12.00	18.60	0.00	1.60	5.80	54.20	37.20	251.00	92.20
1978	106.20	116.20	61.40	80.20	5.40	9.80	4.00	2.40	69.20	77.60	76.80	63.00
1979	68.80	107.40	158.40	31.00	23.20	0.00	41.00	25.40	42.20	36.40	94.60	65.80
1980	110.20			0.00	21.80	1.40	4.60	9.00	35.00	125.60	50.70	103.20
1981	152.50	188.00	118.60	32.50	14.20	5.20	0.00	39.30	117.20	160.70	139.20	135.60
1982	163.10	159.90	95.80	44.30	0.00	7.10	0.00	11.00		43.50		
1984			67.80	24.30								
1987			61.90	26.30	31.20	15.80	40.60	17.30	21.10	91.60	48.20	102.70
1988	257.70	159.90	216.20	80.30	40.30	0.00	0.00	0.00	20.10	50.50	27.80	49.70
1989	97.50	92.00	64.20	23.60	54.80	33.60	0.00	25.40	13.60	52.00	17.60	4.60
1990	59.10	16.30	17.20	6.00	28.50	55.50	12.40	16.70	18.80	65.70	188.90	90.70
1991	19.90	62.10	71.70	11.80	12.90	26.40	5.70	0.00	14.30	38.90	20.80	17.00
1992	3.20	12.40	7.00	5.10	7.50	20.10	10.10					33.10
1993	124.70	87.60	57.40	22.80	16.00	0.00	10.70	26.50	13.70			
1994	84.50	94.30	35.20	32.70	1.20	1.40	0.00	0.00	12.50	14.50	19.00	31.90
1995	92.80	89.00	66.30	7.30	0.00	4.60	9.90	8.20	32.10	35.10	53.00	53.30
1996	108.80	209.50	127.10	49.90	1.10	3.40	0.00	16.50	18.10	62.40	47.70	68.30
1997	135.60	120.00	62.30	42.30	14.70	0.00	7.40	29.90	54.20	52.60	101.10	
1998	74.10	111.40	85.00	28.70	3.60	10.50	0.00	10.40	19.50	96.20	42.80	117.90
1999	147.80	163.60	65.80	33.90	2.00	16.80	6.50	0.00	47.70	14.00	86.90	70.00
2000	147.90	211.00	147.20	10.80	20.60	26.60	32.60	4.90	7.90	55.50	27.60	133.10
2001	215.80	49.60	110.50	34.20	54.40	4.90	38.30	17.70	38.60	40.00	73.70	114.00
2002	71.50	210.20	116.60	50.40	37.20	1.40	23.20	22.80	55.80	71.40		125.60
2003	80.60	134.90	113.20	80.70	8.20	0.90	0.00	54.90	28.40	11.60	35.60	132.40
2004	95.10	141.10	45.30	24.30	20.70	20.20	15.00	7.50	23.40	38.10	43.50	151.50
2005	71.50	51.00		19.80	12.20	2.40	11.70	6.70	11.80		38.10	141.30
2006	141.50	91.00	121.10	55.00	3.20			40.40	7.90		104.50	74.80
2007	108.20		152.50	88.60	40.90	0.00	7.00	2.00	47.10	74.00	27.20	109.70
2008	179.10	100.60	50.90	9.20	51.30	8.70	4.70	8.00	11.60	64.40	28.90	80.80
2009	120.40	164.30		30.40	18.10		5.90	18.40	19.80	30.00	118.70	115.40
2010	202.10	108.50	104.20	55.40		3.80	0.00	13.30	24.20	60.30	34.30	
2011												
N°Registros	39	36	36	42	40	38	39	39	38	33	35	36
Promedio	**131.00**	**122.64**	**103.35**	**36.73**	**22.13**	**11.21**	**10.80**	**17.76**	**37.45**	**59.89**	**67.37**	**89.40**
Máximo	318.30	238.50	216.20	88.60	72.60	55.50	41.00	68.30	208.60	160.70	251.00	151.50
Mínimo	3.20	12.40	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.90	2.50	17.60	4.60

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL (mm)

Nombre de Estación:	LIRCAY	Río:		Región:	HUANCAVELICA	Latitud Sur:	-12.98167
Codigo de Estación:	000657	Cuenca:	Cuenca Mantaro	Provincia:	ANGARAES	Longitud Oeste:	-74.71778
Tipo de Estación:	CLIMÁTICA	Pfafstetter:	4996	Distrito:	LIRCAY	Altitud:	3,150.00

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembr	Octubre	Noviembr	Diciembr
1965		16.40	124.30	53.40	26.70			23.40	86.50	50.00	70.70	118.40
1966	121.20	88.70	74.40	25.70	59.20	0.00	5.90	0.00	33.40	160.50	106.70	101.40
1967	110.60	308.20	223.30			8.80	26.90	34.40	54.90	70.50	31.90	59.40
1968	104.10	79.20	160.30	16.30	23.70	30.80	18.80	38.80	27.30	101.50	76.90	69.20
1969	63.60	99.00	103.50	68.10	0.00	3.90	11.60	12.70	64.50	43.80	94.70	144.10
1970	184.60	117.90	83.70	94.40	37.30	2.20	7.80	7.90	89.90	37.90	26.90	207.50
1971	141.80	197.70	127.10	57.40	20.70	34.90	3.10	24.30	1.90	44.00	24.80	122.00
1972	106.20	124.00	189.80	93.60	14.10	0.00	26.60	6.60	61.00	52.70	52.20	91.10
1973	189.80	191.60	158.70	86.20	9.20	13.40	10.30	25.20	95.70	68.80	66.90	166.10
1974	201.50	239.60	138.70	51.50	11.90	18.80	8.60	83.70	20.70	41.50	60.70	52.50
1975	136.90	109.60	134.70	63.50	76.80	1.40	6.10	20.50	50.00	44.40	80.20	106.10
1976	173.40	171.30	128.70	33.60	53.80	15.50	18.00	12.00	169.80	5.40	32.40	83.40
1977	77.70	176.70	85.70	24.80	38.50	0.30	10.70	0.90	50.80	34.90	129.90	72.60
1978	146.70	93.40	106.20	69.60	2.40	14.00	0.60	4.30	52.40	89.00	94.50	67.00
1979	77.50	122.20	213.60	65.00	38.00	19.10	28.60	17.50	45.30	56.70	80.90	67.50
1980	150.20			57.30	20.50	5.20	43.80	19.20	99.50	116.60	39.20	47.20
1981	185.70	261.70	122.00	50.10	7.40	14.20	0.00	75.70			93.50	168.40
1982	129.10	202.90	84.00	69.60	10.20	2.20		47.20	43.20	63.50		
1983		77.20	114.50	67.10			3.80	2.80	78.30	20.20	9.80	38.70
1984	138.10	165.50	33.20	18.70	14.40	26.30	0.00	26.00	12.10	58.00	67.60	66.60
1985		118.30	134.20	126.50	22.00	25.80	26.70	0.00	59.00	12.00	17.30	108.60
1986	165.40	174.10	150.80	155.50	44.10	0.00	49.80	41.50	147.90	36.40	31.40	107.40
1987	100.10	54.50		86.10	77.90	16.60	9.70	12.20	0.40	56.70	92.20	59.30
1988	138.50	137.00	169.20	64.10	3.70	2.30	0.00	0.00		86.50		104.80
1989	182.70			83.10	19.60	18.60		23.80	34.50	55.30	42.10	
1990	140.60	20.40	62.30	53.40		88.80	10.50	36.40	50.20			
1991		94.30	105.00	29.50	30.90	44.00	7.70	2.70	24.20	73.60		
1992			53.80	47.20	0.00	24.40	24.60	42.30	20.40	72.40	25.20	
1993	239.00	107.60	103.40	96.70	36.90	13.20		19.70	25.80	67.50	138.50	
1994	186.30	218.60		76.10	29.90	7.80			24.80	30.30	52.40	
1995	140.80		110.20	26.00	15.30	0.00	5.00	7.00	22.10	37.70	77.80	41.20
1996	131.50	161.60	120.40	52.10	8.40	0.00	0.00	33.60	27.80	55.40	37.20	88.00
1997	203.90	139.60	66.10	72.20	8.00	1.90	0.00	33.10	72.80	35.60	100.20	154.90
1998	193.00	115.80	100.00	71.00	0.00	12.10	0.00	4.60	15.10	69.20	69.40	95.00
1999	94.40	149.60	103.80	71.90	20.20	9.40	29.70	0.00	13.70	49.10	30.60	68.00
2000	175.40	204.20	84.60	14.30	34.50		61.90	39.60	6.70	127.00	20.50	133.70
2001	220.10	119.70	132.60	43.70	49.90	6.40	25.90	20.10	54.40	44.80	72.60	116.90
2002	116.40	230.80	165.80	68.00	44.60	6.50	41.70	16.40	51.50	120.50	90.50	169.20
2003	139.40	193.90	180.80	61.50	53.00	0.40	4.20	37.40	21.10	27.20	60.80	116.70
2004	92.40	158.90	100.90	34.70	16.90	37.30	10.90	16.40	32.50	29.90	46.70	112.80
2005	71.80	91.10	143.80	35.70	25.00	1.40	15.60	5.10	34.30	71.30	27.40	113.40
2006	123.80	109.10	120.90	43.70	1.20	8.40	1.90	44.90	16.70		77.40	122.40
2007	124.10	71.60	173.10	63.40	36.60	0.00	26.90	1.80	36.80	41.80	53.00	
2008	197.20	121.00	48.00	27.50	23.40	9.70	4.10	2.40	25.30	46.10	24.00	85.20
2009	133.60	180.40		55.10	24.20		26.60	8.90	33.40	45.30	131.60	170.30
2010	168.50	115.70	118.40	40.60		9.80	0.00	1.20	12.10			
2011												
N°Registros	41	42	41	45	42	42	41	45	44	42	41	37
Promedio	**144.33**	**141.20**	**120.84**	**59.23**	**25.98**	**13.23**	**14.99**	**20.76**	**45.47**	**58.37**	**62.42**	**103.16**
Máximo	239.00	308.20	223.30	155.50	77.90	88.80	61.90	83.70	169.80	160.50	138.50	207.50
Mínimo	63.60	16.40	33.20	14.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	5.40	9.80	38.70

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL (mm)

Nombre de Estación:	LURICOCHA	Río:		Región:	AYACUCHO	Latitud Sur:	-12.81667
Codigo de Estación:	156209	Cuenca:	Cuenca Mantaro	Provincia:	HUANTA	Longitud Oeste:	-74.23333
Tipo de Estación:	CLIMÁTICA	Pfafstetter:	4996	Distrito:	LURICOCHA	Altitud:	2,625.00

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembr	Octubre	Noviembr	Diciembr
1964								0.00			52.60	85.20
1965			99.20	36.20								87.70
1966	61.90	162.30	81.10	21.40	36.80						36.80	
1967	70.1						14.30	12.30	41.70	21.80	22.60	30.20
1968	81.20	48.80				0.00	6.00	8.40			69.00	
1969	11.20	12.80	47.50	9.40	6.30	17.40	12.90	2.10	4.30	9.80	38.00	37.50
1970	52.80	40.70	22.00	16.40	12.60	0.50	13.00	11.50	32.00	42.80	16.70	70.50
1971	104.30	93.40	67.80	32.70	3.00	5.20	0.00	6.00	0.00	25.10	18.10	101.00
1972	73.50	40.60	81.30	40.40	7.00	1.80	10.50	8.60	6.00	26.20	30.50	49.50
1973	150.80	101.10	83.40	51.40	3.10	11.50	7.20	18.20	22.50	25.80	70.20	109.40
1974	77.10	99.70	45.10	17.20	0.00	7.60	0.00	19.00	6.70	12.70	0.00	65.40
1975	115.90	81.50	77.50	6.70	26.30	0.00	0.00	6.50	23.10	29.90	25.10	87.20
1976	81.80	128.40	121.20	65.00	17.20	3.00	0.00	0.00	38.50	21.30	10.30	51.90
1977	66.60	58.80	51.70	17.80	6.10	0.00	5.60	2.00	10.40	16.90	38.70	23.90
1978	82.60	94.80	47.70	35.90	4.20	12.30	0.00	0.00	21.50	27.60	58.80	50.70
1979	90.50	67.60	112.90	35.20	12.70	0.00	0.00	0.00	46.10	14.80	37.40	46.90
1980	79.5		81.70	32.70	18.20	5.20	5.10	2.30	30.50	77.80	34.40	42.80
1981	82.10	135.10	53.10	67.30	2.30	1.20	0.00	4.10	77.10	110.70	139.70	96.40
1982	131.10	184.10	58.30	37.90	0.00	6.20	0.00	39.60	19.00	84.60	88.50	24.90
1983	131.90	48.20	82.90	55.90	0.00	34.10	11.60	9.50	31.90	28.40	29.50	23.50
1984	110.23											22.3
1987	115.36											20.80
1988	117.30	66.30	31.40	0.00	0.00	7.20	14.50	9.70	30.70	15.90	13.30	32.00
1989	133.80	48.70	67.20	27.40	12.60	2.30	0.00	16.40	25.50	30.90	23.50	14.20
1990	92.10	23.80	41.90	29.40	16.20	33.40	3.10	24.20	11.40	47.80	40.30	62.70
1991	64.70	43.90	84.70	11.50	6.70	29.20	4.10	0.00	42.30	32.70	29.70	25.50
1992	51.10	52.20	38.10	27.90	0.00	14.70	6.00		8.40	30.60	43.50	35.10
1993	159.20	105.40	59.10	34.70	10.20	11.40	10.00	13.20	35.40	45.90	59.00	98.20
1994	129.70	123.30	65.20	37.80	11.70	2.80	0.00	0.00	16.30	14.60	56.80	45.60
1995	122.80	96.50	120.70	11.30	10.50	5.60	11.10	0.00	4.50	30.00	76.70	33.20
1996	76.20	91.90	69.30	76.70	8.00	1.90	0.00	3.00	8.60	24.60	28.60	99.30
1997	122.20	119.50	95.10	56.80	1.70	1.00	0.00	7.90	27.80	20.60	63.70	59.90
1998	72.30	83.00	58.20	36.70	4.90	7.70	0.00	0.00	1.00	47.90	61.70	52.90
1999	67.30	110.90	80.10	19.30	0.30	0.70	1.00	0.00	23.30	12.70		
N°Registros	28	28	29	29	28	28	29	29	28	28	30	30
Promedio	**93.00**	**84.40**	**69.84**	**32.72**	**8.52**	**8.00**	**4.69**	**7.74**	**23.09**	**33.23**	**43.79**	**55.47**
Máximo	159.20	184.10	121.20	76.70	36.80	34.10	14.50	39.60	77.10	110.70	139.70	109.40
Mínimo	11.20	12.80	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.80	0.00	14.20

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL (mm)

Nombre de Estación:	LA QUINUA	Río:		Región:	AYACUCHO	Latitud Sur:	-13.05528
Codigo de Estación:	000663	Cuenca:	Cuenca Mantaro	Provincia:	HUAMANGA	Longitud Oeste:	-74.14139
Tipo de Estación:	CLIMÁTICA	Pfafstetter:	4996	Distrito:	QUINUA	Altitud:	3,260.00

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembr	Octubre	Noviembr	Diciembr
1964										29.60	19.50	59.80
1965	92.00	57.10	122.00	13.10	0.00	0.00	0.00	0.00	35.20	40.90	48.50	129.80
1966	140.00	115.30	94.00	4.00	52.00	0.00	7.00	7.00	5.00		61.00	69.00
1967	56.50	326.50	445.60	46.00	48.80	0.00	31.70	15.90	61.60	112.60	114.70	189.20
1968	216.70	193.20	127.70	62.80	14.10	42.10	12.60	5.10	32.30	95.40	118.50	146.80
1969	95.30	90.80	123.10	19.40	27.30	11.60	13.70	16.30	26.90	70.50	89.80	131.30
1970	354.70	100.70	110.20	78.50	34.60	12.30	8.00	0.00	48.60	19.90	35.50	91.00
1971	120.50	188.40	153.70	57.40	0.00	0.00	24.00	19.00	0.00	41.20	4.20	153.00
1972	244.90	21.60	255.60	37.20		0.00	28.20	0.00	3.20	68.80	27.50	74.30
1973	280.10	187.40	297.60	76.80			17.80	37.20	50.00		26.20	172.70
1974	264.00	369.50	240.70	18.20	23.90	41.60	0.00	43.60	46.60	23.90	17.30	63.60
1975	179.40	123.00	115.90	6.40		0.00	1.20	9.70	29.90	38.50	45.40	123.60
1976	176.30	178.80	149.20	25.30	33.80	17.00	5.80	11.20	75.20	11.40	15.20	75.00
1977	78.20	148.40	73.90	43.40	18.50	0.00	16.30	10.40	31.80	54.50	100.10	97.00
1978	222.60	132.00	87.20	50.60	11.50	15.00	4.90	1.40	42.90	72.70	89.90	98.80
1979	89.20	126.90	159.50	35.00	22.90	0.00	6.20	17.70	11.20	35.50	70.50	64.60
1980	106.70	97.10	124.20									
1981							0.60	20.20	74.80	161.40	122.20	104.50
1982	147.60	191.20	78.00	69.10	4.00	6.10	0.00	29.00	46.50	47.90	159.00	63.20
1983	129.70	42.70	77.60									
1988	147.00	153.10	104.50	39.50	29.70	0.00	0.00	0.00	16.50	15.50	52.70	133.70
1989	129.70	82.20	116.10	33.20	19.30	10.60	4.10	12.60	47.00	35.50	34.90	81.60
1990	132.50	31.60	39.60	36.90	11.40	55.40	2.40	30.90	26.60	87.40	125.20	125.80
1991	110.90	57.50	88.90	19.30	8.50	35.10	5.90	0.00	61.70	48.20	30.90	45.20
1992	97.10	99.00	73.00	35.90	0.00	21.70	8.80	33.10	8.10	61.80	52.40	50.60
1993	128.70	176.50	78.60	54.50	16.90	11.60	19.70	23.10	84.70	55.30	72.20	149.30
1994	119.30	138.00	100.30	82.20	4.00	7.30	0.00	17.00	32.40	32.50	54.30	146.80
1995	188.50	142.00	146.60	26.00	34.10	1.30	2.30	1.00	20.60	54.20	86.70	58.60
1996	91.30	110.60	128.30	47.80	2.30	0.00	0.50	17.00	30.30	35.70	49.40	82.60
1997	185.70	146.00	128.80	59.90	10.60	0.00	4.00	33.70	58.20	13.10	81.50	105.20
1998	105.50	173.20	141.40	20.20	6.20	4.70	0.00	6.40	5.80	79.50	57.00	71.20
1999	114.40	159.60	139.10	25.70	1.20	4.00	9.40	0.00	78.50	27.20	71.40	125.70
2000	146.10	205.20	126.50	19.60	41.50	11.20	43.70	5.80	16.80	64.10	14.50	111.60
2001	218.30	114.00	155.40	30.30	48.20	5.30	43.50	21.10	33.70	63.00	102.70	106.90
2002	91.50	173.20	111.30	33.80	31.40	1.40	46.90	15.70	73.20	51.60		170.40
2003	65.10	191.40	202.40	86.60	26.40	2.60	0.30	30.20	39.80	1.60	32.20	113.20
2004	73.80	106.50	92.50	8.60	16.10	15.60	21.60	14.40	34.80	47.60	64.80	173.50
2005	67.80	121.00		48.10	17.50	0.60	6.40	0.60	20.70	52.30	52.80	146.70
2006	115.20	125.30	152.60	55.50	1.20	2.40	0.00	14.30	6.90		93.50	82.60
2007	136.30	89.70	197.90	66.20	15.20	0.00	13.40	1.30	30.90	72.40	78.50	117.10
2008	106.70	154.60	95.60	29.90		10.00	7.10	1.40	27.10	59.40	41.60	75.20
2009	150.50	174.80		55.90	26.70		6.10	8.70	36.70	50.60	113.70	109.90
2010	138.70	120.20										
N°Registros	41	41	38	38	34	36	39	39	39	37	39	40
Promedio	**142.80**	**139.90**	**138.29**	**41.02**	**19.41**	**9.63**	**10.87**	**13.64**	**36.22**	**52.25**	**64.82**	**107.27**
Máximo	354.70	369.50	445.60	86.60	52.00	55.40	46.90	43.60	84.70	161.40	159.00	189.20
Mínimo	56.50	21.60	39.60	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	4.20	45.20

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL (mm)

Nombre de Estación:	ANCO	Río:		Región:	AYACUCHO	Latitud Sur:	-12.96667
Codigo de Estación:	156216	Cuenca:	Intercuenca Bajo Apurímac	Provincia:	LA MAR	Longitud Oeste:	-73.56667
Tipo de Estación:	CLIMÁTICA	Pfafstetter:	4997	Distrito:	ANCO	Altitud:	2,815.00

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembr	Octubre	Noviembr	Diciembr
1964			63.30		16.20	12.00						
1965	63.20	101.10	31.50	65.80	0.00	0.00	0.00	22.70	92.70	19.80	39.40	215.50
1966	120.40	194.40								202.20		117.80
1967	97.50	191.00	229.50	63.30	30.00	0.00			66.30	71.60	53.40	65.10
1968	195.50	163.30	154.30	20.50	34.30	54.00	34.20	53.20	20.50	90.70	105.50	65.50
1969	69.90	215.70	123.00	30.50	28.20	73.50	26.00	47.80	21.70	60.50	145.50	106.10
1970	172.60	105.70	119.40	124.80	47.30	24.50	11.50	19.70	60.00	38.70	44.90	158.70
1971	163.60	113.80	117.40	87.30	9.60	19.10	5.20	5.00	15.40	55.80	62.10	98.20
1972	177.40	66.10	176.80	44.00	4.10	8.50	36.30	6.40	42.70	63.00	67.50	120.10
1973	192.30	163.70	135.50	91.50	9.20	7.50	11.20	20.20	73.20	6.80	91.60	158.90
1974	215.80	206.90	216.00	115.50	4.00			68.30	37.10	23.80	64.90	128.50
1975	162.80	199.10	155.80	97.30	54.70	7.30	6.10	4.30	53.90	104.60	100.10	93.00
1976	201.80	376.50	141.00	53.80	16.80	3.00	19.20	17.20	71.50	15.00	14.20	63.10
1977	69.10	107.10	42.90	0.00	0.00	0.00	4.00	5.30	3.10	46.20	234.50	15.30
1978	186.40	102.80	109.80	42.30	5.90	0.00	1.00	4.70	3.00	86.20		
1979	220.40	210.50	201.20	49.60	3.50	2.10	0.00	0.00	2.00	94.70	114.70	93.10
1980	105.70	62.30	84.70	10.60	26.50	28.60	0.00	7.00	9.70	27.00	19.00	54.30
1981	204.20	268.90	85.00	90.40	0.00	4.10	2.30	60.90	9.20	72.70	123.50	122.70
1982	175.50	173.80					8.10	7.20				
N°Registros	18	18	17	16	17	16	15	16	16	17	15	16
Promedio	**155.23**	**167.93**	**128.65**	**61.70**	**17.08**	**15.26**	**11.01**	**21.87**	**36.38**	**63.49**	**85.39**	**104.74**
Máximo	220.40	376.50	229.50	124.80	54.70	73.50	36.30	68.30	92.70	202.20	234.50	215.50
Mínimo	63.20	62.30	31.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	6.80	14.20	15.30

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL (mm)

Nombre de Estación:	SAN PEDRO DE CACHI	Río:		Región:	AYACUCHO	Latitud Sur:	-13.08361
Codigo de Estación:	006205	Cuenca:	Cuenca Mantaro	Provincia:	HUAMANGA	Longitud Oeste:	-74.39194
Tipo de Estación:	CLIMÁTICA	Pfafstetter:	4996	Distrito:	SANTIAGO DE PISCHA	Altitud:	3,188.00

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembr	Octubre	Noviembr	Diciembr
2004							9.30	9.60	30.00	25.70	47.10	181.60
2005	67.00	106.10	98.30	12.30	4.70	0.00	7.70	9.60	19.20	58.30	28.60	114.50
2006	136.20	114.30	96.70	95.50	2.50	5.70	0.00	24.40	19.40		60.80	110.00
2007	104.70	79.70	166.90	47.30	7.50	0.00	8.80	0.00	13.30	49.00		
2008	125.40	105.80	54.00	10.90	23.10	4.80	0.00	1.20	13.40	29.00	19.40	100.80
2009	199.80	166.50		53.10	11.50		20.60	3.50	11.90	40.40	111.00	132.00
2010	224.20	99.90										
N°Registros	6	6	4	5	5	4	6	6	6	5	5	5
Promedio	**142.88**	**112.05**	**103.98**	**43.82**	**9.86**	**2.63**	**7.73**	**8.05**	**17.87**	**40.48**	**53.38**	**127.78**
Máximo	224.20	166.50	166.90	95.50	23.10	5.70	20.60	24.40	30.00	58.30	111.00	181.60
Mínimo	67.00	79.70	54.00	10.90	2.50	0.00	0.00	0.00	11.90	25.70	19.40	100.80

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL (mm)

Nombre de Estación:	WAYLLAPAMPA	Río:		Región:	AYACUCHO	Latitud Sur:	-13.07639
Codigo de Estación:	000664	Cuenca:	Cuenca Mantaro	Provincia:	HUAMANGA	Longitud Oeste:	-74.21667
Tipo de Estación:	CLIMÁTICA	Pfafstetter:	4996	Distrito:	PACAYCASA	Altitud:	2,518.00

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembr	Octubre	Noviembr	Diciembr
1967								6.00	9.00			
1968	102.60	108.50			0.00	6.00	2.50	0.00	18.20	60.20	94.00	156.40
1969		64.70		90.50		4.20	12.40		37.40		177.50	
1970		150.50							88.30	90.10	43.80	
1971	152.30		97.00	16.80	0.00			10.30	18.00		67.40	
1972		49.00	104.50	0.00		0.00	20.20	10.20	12.10		101.80	94.40
1973	64.70	191.90	210.30	99.90	14.00	0.00	0.00	0.00	43.80	8.40	118.80	174.00
1974	262.10	189.00	183.30	16.20	2.40	36.80	0.00			33.00	18.00	51.20
1975												
1980		69.70				0.00	2.00	5.00	3.90	47.00		
1981	95.00	134.00	80.80	3.00	0.00	4.00	0.00	81.20	56.40	116.00	55.00	
1982								27.00	2.00	38.00	99.00	
1986						0.00	0.00	0.00	51.20	1.40	0.00	0.00
1987	192.50	111.70	19.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.80	0.00	11.80
1988		241.40	108.70	142.10	0.00			0.00	0.00			
1993				48.20	9.00	6.00	3.20	7.00	62.90	44.30	59.90	106.90
1994	134.20	84.10	113.70	21.00	4.20	0.20	1.20	0.20	12.00	10.80	33.40	82.60
1995	135.80	126.50	61.20	8.60	18.30	2.40	3.40	2.70	8.60	20.60	44.60	27.60
1996	70.20	106.30	116.30	40.30	2.00	0.00	0.00	14.10	14.20	16.60	34.70	55.80
1997	148.70	88.10	57.50	21.00	1.20	0.00	2.30	16.60	38.60	0.60	69.40	86.00
1998	129.60	92.40	76.60	14.70	0.00	1.20	0.00	1.20	2.20	25.50	5.70	61.50
1999	102.60	109.90	67.10	21.00	0.00	0.00	1.80	0.00	42.00	11.10	82.00	52.70
2000	96.00	188.00	176.00	13.10	21.60	14.60	25.90	6.20	5.90	27.80	9.80	103.20
2001	279.50	161.80	115.40	21.20	33.90	3.20	39.00	17.70	20.20	47.40	65.70	34.50
2002	88.40	122.70	191.60	31.30	16.80	2.20	33.30	20.80	28.80	20.90		90.90
2003	37.70	177.10	121.70	80.40	5.50	1.00	0.00	16.00	17.20	0.00		62.90
2004	112.40	80.90	66.40	8.50	8.00	5.40	19.70	8.70	23.80	39.00		133.80
2005	60.90	60.00	44.00	17.60	26.10	0.00	2.50	4.90	4.00	47.40	26.10	89.40
2006	111.20	82.90	120.20	35.00	6.50	3.50	2.30	13.10	18.30		88.40	71.10
2007	59.00	71.90	117.30	38.20	23.40	9.00		6.10	13.50			69.40
2008	81.60		45.80	15.00	23.10	2.70	0.00	3.00	10.30	11.30	24.50	69.80
2009	100.60	138.30		46.20	15.10	0.40	3.90	6.30	12.40	39.00	71.50	130.80
2010	117.70	104.80										
N°Registros	23	26	22	25	24	26	25	28	30	24	24	23
Promedio	**118.93**	**119.47**	**104.31**	**33.99**	**9.63**	**3.95**	**7.02**	**10.15**	**22.51**	**32.18**	**57.96**	**78.99**
Máximo	279.50	241.40	210.30	142.10	33.90	36.80	39.00	81.20	88.30	116.00	177.50	174.00
Mínimo	37.70	49.00	19.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUANTA
ESTUDIO HIDROLOGICO

ESTACION	: HUANTA	LATITUD	: 12º 56' 55"	S	
DEPARTAMENTO	: AYACUCHO	LONGITUD	: 74º 14' 13"	O	
PROVINCIA	: HUANTA	ALTITUD	: 2682	m.s.n.m	

DATOS DE : PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1964	39.5	77.1	68.1	33.6	32.5	0.0	0.8	4.4	33.9	40.3	49.4	76.3	**77.1**
1965	86.5	80.6	86.6	27.5	2.9	0.0	9.6	1.5	43.0	40.1	37.0	82.8	**86.6**
1966	83.5	60.8	56.7	17.1	1.5	0.0	4.9	4.7	13.3	92.9	40.4	56.9	**92.9**
1967	47.9	97.6	109.6	21.4	29.7	0.3	9.6	40.9	22.2	30.5	21.4	84.2	**109.6**
1968	48.8	76.3	76.4	11.5	1.7	2.6	5.8	52.4	6.3	62.7	41.5	73.2	**76.4**
1969	55.6	0.0	78.3	30.9	0.0	3.3	8.1	4.1	19.7	49.7	47.6	76.6	**78.3**
1970	97.2	55.6	73.8	31.8	0.0	0.0	1.4	0.0	30.3	39.9	30.5	51.0	**97.2**
1971	73.2	68.9	74.5	30.4	2.8	5.2	1.9	7.9	0.8	20.6	29.2	78.7	**78.7**
1972	76.4	34.8	79.3	35.2	4.5	0.5	15.2	6.3	21.7	17.4	21.5	36.9	**79.3**
1973	113.7	109.9	89.7	55.1	21.1	15.7	1.6	3.7	23.2	37.2	54.9	85.1	**113.7**
1974	98.1	100.1	97.8	34.6	1.3	4.9	0.0	12.9	8.2	20.7	23.5	44.1	**100.1**
1975	95.6	64.8	94.1	9.3	30.2	0.3	0.6	5.5	25.3	33.4	26.2	94.5	**95.6**
1976	94.3	93.3	89.3	43.5	23.3	14.0	3.4	13.6	55.5	14.9	26.0	69.4	**94.3**
1977	72.2	96.5	52.6	12.8	4.3	0.0	3.4	12.7	31.8	23.1	56.2	53.3	**96.5**
1978	94.0	92.0	81.1	47.2	17.4	9.8	0.7	0.0	31.7	35.9	46.4	54.9	**94.0**
1979	85.8	24.8	86.0	74.1	24.7	0.0	9.3	10.6	10.8	13.9	54.4	54.4	**86.0**
1980	27.8	55.5	98.8	10.7	20.0	0.0	7.2	7.2	35.7	81.7	50.1	39.8	**98.8**
1981	78.8	93.4	64.1	56.8	2.4	0.0	0.0	25.2	37.4	119.5	93.4	33.7	**119.5**
1982	91.3	98.0	54.2	27.0	0.0	6.2	5.5	36.8	28.0	68.6	81.7	43.9	**98.0**
1983	96.8	51.5	69.4	61.0	14.1	23.9	3.3	16.4	15.5	29.6	10.0	0.0	**96.8**
1984	37.5	99.5	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.2	43.8	40.2	37.8	38.0	**100.0**
1985	65.9	44.7	77.4	69.6	7.0	0.0	0.0	0.0	28.0	21.1	28.7	73.2	**77.4**
1986	83.5	103.1	105.2	85.3	12.6	0.1	31.0	18.2	30.0	18.2	24.1	68.6	**105.2**
1987	74.9	73.2	38.6	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	7.1	58.5	78.6	**78.6**
1988	105.2	102.5	106.6	36.8	27.7	1.5	0.0	0.0	12.5	6.9	48.2	93.2	**106.6**
1989	75.5	98.1	99.6	60.1	18.6	10.6	0.0	9.5	20.5	52.0	29.2	63.7	**99.6**
1990	78.1	4.8	40.3	27.2	15.7	34.4	3.1	16.2	36.3	48.9	23.4	57.6	**78.1**
1991	58.8	23.6	3.5	6.3	14.4	11.1	0.0	0.0	0.0	38.4	26.7	4.4	**58.8**
1992	41.9	32.1	94.4	56.2	1.5	0.6	0.1	3.0	25.3	65.7	60.7	94.4	**94.4**
1993	99.9	101.4	99.9	40.9	4.6	3.9	1.9	9.4	39.2	38.8	52.7	5.0	**101.4**
1994	88.4	89.3	90.8	36.8	11.6	5.2	4.4	11.7	25.5	42.0	42.4	62.3	**90.8**
1995	95.4	96.3	98.0	39.8	12.5	5.6	4.8	12.6	27.5	45.3	45.8	67.3	**98.0**
1996	80.9	81.7	83.1	33.7	10.6	4.7	4.1	10.7	23.3	38.4	38.8	57.0	**83.1**
1997	98.7	99.7	100.4	41.1	12.9	5.8	5.0	13.0	28.5	46.9	47.4	69.6	**100.4**
1998	81.6	82.3	83.8	34.0	10.7	4.8	4.1	10.8	23.5	38.7	39.1	57.5	**83.8**
1999	91.1	91.9	93.5	37.9	11.9	5.3	4.6	12.0	26.2	43.2	43.7	64.2	**93.5**
2000	104.8	105.8	107.7	43.7	13.7	6.1	5.3	13.8	30.2	49.8	50.3	73.9	**107.7**
2001	98.8	99.7	101.5	41.2	12.9	5.8	5.0	13.0	28.5	46.9	47.4	69.7	**101.5**
2002	94.3	95.2	96.8	39.3	12.3	5.5	4.7	12.4	27.2	44.8	45.2	66.5	**96.8**
2003	101.1	102.2	104.7	46.5	14.6	6.5	5.6	14.7	32.2	53.1	53.6	78.7	**104.7**
MAX	**113.7**	**109.9**	**109.6**	**85.3**	**32.5**	**34.4**	**31.0**	**52.4**	**55.5**	**119.5**	**93.4**	**94.5**	**119.5**

Anexo 4.0.0 Tablas, de la formula modificada de II LA SENHAMI – UNI

Fórmula IILA Modificada

$$i_{(t,T)} = a \cdot (1 + K \cdot \mathrm{Log}T) \cdot (t + b)^{n-1}$$

Para: $t < 3$ horas

i = Intensidad de la lluvia (mm/hora)

a = parámetro de intensidad (mm)

K = parámetro de frecuencia (adimensional)

b = parámetro (hora)

n = parámetro de duración (adimensional)

t = duración (hora)

$$P_{24} = \varepsilon_g \cdot (1 + K \cdot \log T)$$

$$a = \left(\frac{1}{t_g}\right)^n \cdot \varepsilon_g$$

P_{24} = Máxima Precipitación en 24 horas

T = tiempo de retorno

t_g = duración de la lluvia diaria, asumido un promedio de 15.2 para Perú.

K = K'_g

b = 0.5 horas (Costa, centro y sur)
0.4 horas (Sierra)
0.2 horas (Costa norte y Selva)

ε_g = Parámetro para determinar P_{24}.

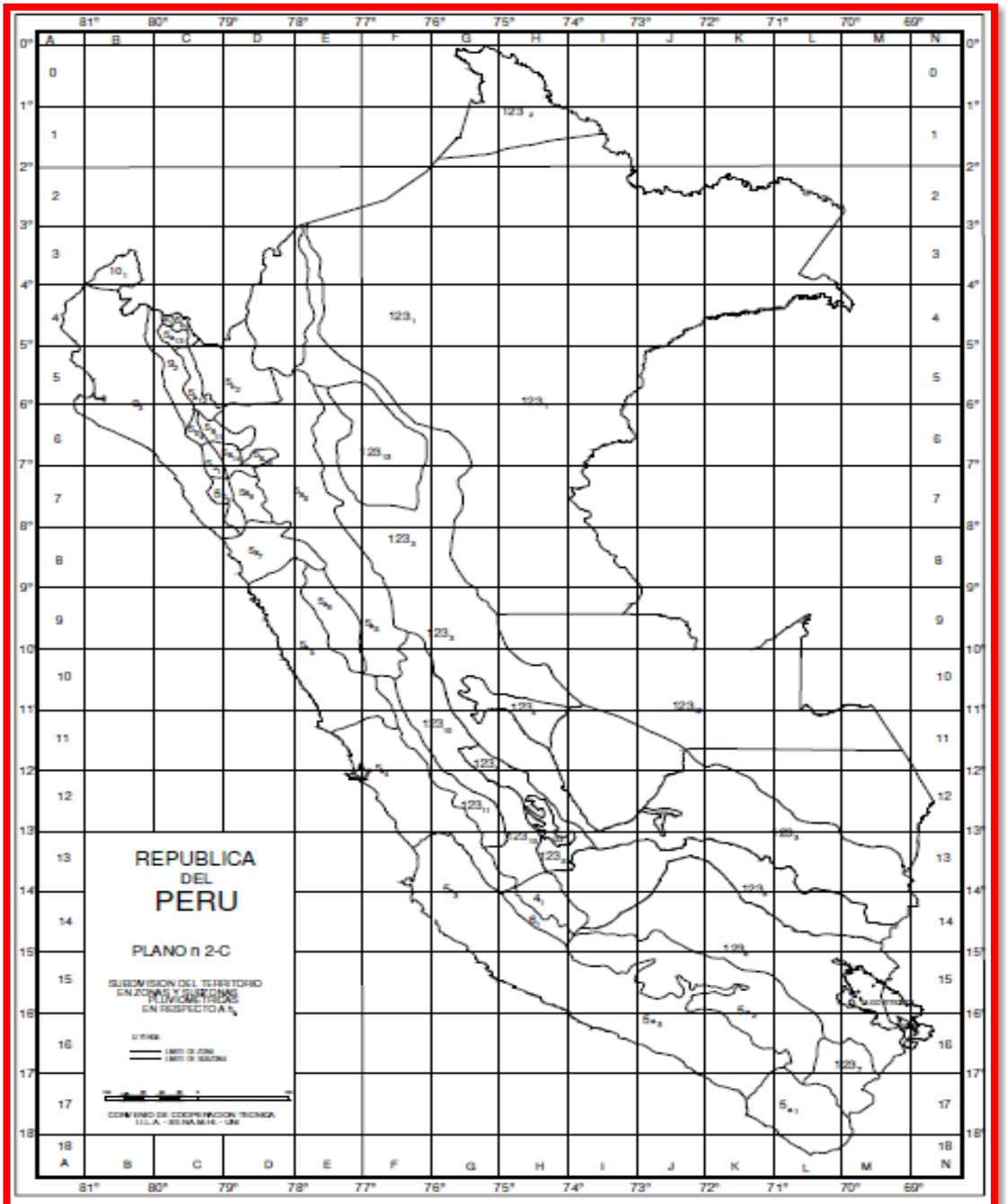


TABLA 3.a

Subdivisión el Territorio en Zonas y Subzonas Pluviométricas y Valores de los Parámetros K'_g y ε_g que definen la distribución de probabilidades de h_g en cada punto

ZONA	K'_g	Subzona	ε_g	
123	$K'_g = 0.553$	123_1	$\varepsilon_g =$ 85.0	
		123_2	$\varepsilon_g =$ 75.0	
		123_3	$\varepsilon_g =$ 100 - 0.022 Y	
		123_4	$\varepsilon_g =$ 70 - 0.019 Y	
		123_5	$\varepsilon_g =$ 24.0	
		123_6	$\varepsilon_g =$ 30.5	
		123_7	$\varepsilon_g =$ -2 + 0.006 Y	
		123^8	$\varepsilon_g =$ 26.6	
		123_9	$\varepsilon_g =$ 23.3	
		123_{10}	$\varepsilon_g =$ 6 + 0.005 Y	
		123_{11}	$\varepsilon_g =$ 1+ 0.005 Y	
		123_{12}	$\varepsilon_g =$ 75.0	
		123_{13}	$\varepsilon_g =$ 70	
4	$K'_g = 0.861$	4_1	$\varepsilon_g =$ 20	
5 a	$K'_g = 11.\ \varepsilon_g^{-0.85}$	5 a_1	$\varepsilon_g =$ -7.6 + 0.006 Y	(Y>2300)
		5 a_2	$\varepsilon_g =$ 32 - 0.177 D_c	
		5 a_3	$\varepsilon_g =$ -13 + 0.010 Y	(Y>2300)
		5 a_4	$\varepsilon_g =$ 3.8 + 0.0053 Y	(Y>1500)
		5 a_5	$\varepsilon_g =$ -6 + 0.007 Y	(Y>2300)
		5 a_6	$\varepsilon_g =$ 1.4 + 0.0067	
		5 a_7	$\varepsilon_g =$ -2 + 0.007 Y	(Y>2000)
		5 a_8	$\varepsilon_g =$ 24 + 0.0025 Y	
		5 a_9	$\varepsilon_g =$ 9.4 + 0.0067 Y	
		5 a_{10}	$\varepsilon_g =$ 18.8 + 0.0028 Y	
		5 a_{11}	$\varepsilon_g =$ 32.4 + 0.004 Y	
		5 a_{12}	$\varepsilon_g =$ 19.0 + 0.005 Y	
		5 a_{13}	$\varepsilon_g =$ 23.0 + 0.0143 Y	
		5 a_{14}	$\varepsilon_g =$ 4.0 + 0.010 Y	
5b	$K'_g = 130.\square\square_g^{-1.4}$	5 b_1	$\varepsilon_g =$ 4 + 0.010	(Y>1000)
		5 b_2	$\varepsilon_g =$ 41.0	
		5 b_3	$\varepsilon_g =$ 23.0 + 0.143 Y	
		5 b_4	$\varepsilon_g =$ 32.4 + 0.004 Y	
		5 b_5	$\varepsilon_g =$ 9.4 + 0.0067 Y	
6	$K'_g = 5.4\ .\ \square_g^{-0.6}$	6_1	$\varepsilon_g =$ 30 - 0.50 D_c	
9	$K'_g = 22.5\ .\ \square_g^{-0.85}$	9_1	$\varepsilon_g =$ 61.5	
		9_2	$\varepsilon_g =$ -4.5 + 0.323 Dm	($30 \le D_m \le 110$)
		9_3	$\varepsilon_g =$ 31 + 0.475(D_m - 110)	($D_m \le 110$)
10	$K'_g = 1.45$	10_1	$\varepsilon_g =$ 12.5 + 0.95 D_m	

Y : Altitud en msnm
D_c : Distancia a la cordillera en km
D_m : Distancia al mar en km

TABLA 3.b
Valores de los parámetros a y n que junto con K, definen las curvas de probabilidad Pluviométrica en cada punto de las subzonas

SUBZONA	ESTACION	Nº TOTAL DE ESTACIONES	VALOR DE n	VALOR DE a
$I23_1$	321-385	2	0.357	32.2
$I23_3$	384-787-805	3	0.405	a = 37.85 - 0.0083 Y
$I23_{13}$	244-193	2	0.432	
$I23_5$	850-903	2	0.353	9.2
$I23_6$	840-913-918 958	4	0.380	11
$I23_8$	654-674-679 709-713-714 732-745-752	9	0.232	14.0
$I23_9$	769	1	0.242	12.1
$I23_{10}$	446-557-594 653-672-696 708-711-712 715-717-724 757-773	14	0.254	a = 3.01+ 0.0025 Y
$I23_{11}$	508-667-719 750-771	5	0.286	a =.46+ 0.0023 Y
5 a_2	935-968	2	0.301	a= 14.1 - 0.078 D_c
5 a_5	559	1	0.303	a = -2.6 + 0.0031 Y
5 a_{10}	248	1	0.434	a = 5.80 + 0.0009 Y

Anexo 5.0.0 Documento legal (Oficio Múltiple nº056-2016-ANA-AAA X MANTARO- ALA AYACUCHO) de la convocatoria a las autoridades de las organizaciones.

ANA
Autoridad Nacional del Agua

CARGO

ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA AYACUCHO

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

CUT: 80030 - 2016

OFICIO MÚLTIPLE N° 056-2016-ANA-AAA X MANTARO-ALA AYACUCHO

Ayacucho, 08 de junio del 2016

Señor(es): **PRESIDENTE DE LA COMISION DE USUARIOS DE AGUA DE:**

LLUNCUNA ANTA
CHINCHAYSUYO
CCANCCEMOLINO IGUAIN
PISCCOCCOCHA CCARAPA
RAZUHUILLCA
LAMBRASNIYOCC HUANCAYOCC HUAMNCCACCA
TOMAPATA SILVERACUCHO
YUNGAYLLU PAHUANACUCHO
OPANCCAY
LURICOCHA
CACHI HUANTA
COMITES DE LA MICROCUENCA HUAYLLAY
COMITES DE LA MICROCUENCA PAQCHANCCA
COMITES DE LA MICROCUENCA ALLPACHAKA DISTRITO SANTILLANA

Presente

Asunto : Invitación a Exposición Pública de la propuesta de la Delimitación del Sector Hidráulico Menor Huanta.

Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarle cordialmente y mediante el presente invitarle a la Exposición Pública de la propuesta de la Delimitación del Sector Hidráulico Menor Huanta, a llevarse a cabo en el Auditorium de la Municipalidad Provincial de Huanta el día Miércoles 22 de Junio del 2016 a horas 09:00 am. Así mismo solicito que coordine con los Comités de Usuarios de Agua, para que participen en la reunión el presidente y un miembro del Consejo Directivo, para lo cual hago llegar el informe técnico sustentatorio de la delimitación, para que puedan realizar los aporte necesarios.

Av. Independencia N° 604
Ayacucho

Telefax N° (066) 31 – 9363
Email : ala-ayacucho@ana.gob.pe

ANA
Autoridad Nacional del Agua

ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA AYACUCHO

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Aprovecho la oportunidad, para expresarle mis sentimientos y deferencia personal.

Atentamente,

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA AYACUCHO

Ing. RICHARD DANIEL MIGUEL JAIMES
CIP: 60960
ADMINISTRADOR LOCAL DE AGUA

C.c.
Archivo
RDMJ/hcct

Av. Independencia N° 604
Ayacucho

Telefax N° (066) 31 – 9363
Email : ala-ayacucho@ana.gob.pe

Anexo 6.0.0 Tabla de los valores CN, numero de curva, fuente MTC, 2012.

TABLA Nº 07: Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, Ia = 0.2s)

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA		GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
		A	B	C	D
Tierra cultivada[1]: sin tratamientos de conservación		72	81	88	91
con tratamiento de conservación		62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres		68	79	86	89
condiciones óptimas		39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas		30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,		45	66	77	83
cubierta buena[2]		25	55	70	77
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.					
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más		39	61	74	80
condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%		49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)		89	92	94	95
Distritos Industriales /72% impermeables)		81	88	91	93
Residencial[3]:					
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable[4]				
1/8 acre o menos	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc.[5]		98	98	98	98
Calles y carreteras:					
Pavimentados con cunetas y alcantarillados[5]		98	98	98	98
Grava		76	85	89	91
Tierra		72	82	87	89

1 Para una descripción más detallada de los números de curva para usos agrícolas de la tierra, remitirse a Soil Conservation Service, 1972, Cap.9.

2. Una buena cubierta está protegida del pastizaje, y los desechos del retiro de la cubierta del suelo.

Anexo 7.0.0 Decreto Supremo nº 017-AG

Artículo 17°.- Régimen promocional por certificación forestal voluntaria

Los titulares que obtengan la certificación forestal voluntaria a que se refiere el numeral 32.1 del artículo 32° de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, gozarán de un descuento en el pago por derecho de aprovechamiento, conforme al detalle siguiente:

Caso	Condición	Descuento
a)	Por la suscripción del contrato con fines de certificación forestal con una empresa certificadora y que hubiera sido objeto de al menos una evaluación o "scoping" en el área de la concesión	10 %
b)	Cuando haya accedido a la certificación forestal. El descuento se hará efectivo a partir de la fecha de emisión del certificado correspondiente. Si el titular de la concesión perdiera la certificación forestal, perderá también el descuento correspondiente a partir de la fecha en que se produjera este evento.	40%

Aquellos titulares, que a la fecha se encuentren acogidos al presente régimen, el recálculo de su derecho de aprovechamiento, será efectuado de oficio por la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre a partir de la entrada en vigencia del presente régimen excepcional.

Artículo 18°.- Régimen promocional por proyectos integrales

18.1 Proyectos integrales de extracción y transformación

Los titulares, que implementen proyectos integrales de extracción y transformación en plantas de procesamiento de acuerdo a lo señalado por el numeral 31.3 del artículo 31° de la Ley N° 27308, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, gozarán de los siguientes descuentos:

Caso	Nivel de transformación	Ubicación de la planta	Descuento
a)	Transformación primaria	En el área de la concesión o centro poblado aledaño	30%
b)	Transformación primaria	Fuera del ámbito indicado en a)	10%
c)	Transformación secundaria	Dentro del territorio nacional	20%
d)	Transformación primaria y secundaria	Dentro del territorio nacional	40%

18.2 Proyectos integrales de aprovechamiento forestal de otros productos del bosque.

Los titulares, que implementen proyectos integrales de aprovechamiento forestal de otros productos del bosque, diferentes a los que motivaron el otorgamiento de su derecho de aprovechamiento, siempre que lo hayan previsto en sus respectivos planes de manejo aprobados, gozarán del siguiente descuento promocional:

Porcentaje del área destinada al aprovechamiento de otros productos del bosque	Descuento en el derecho de aprovechamiento
Hasta el 10% del área de la concesión	10%
Superior al 10% hasta el 20% del área de la concesión	20%
Superior al 20% del área de la concesión	25%

CAPITULO V

GARANTÍAS DE FIEL CUMPLIMIENTO DE LOS CONTRATOS DE CONCESIÓN

Artículo 19°.- De las garantías de fiel cumplimiento de los contratos de concesión

Durante la vigencia del presente régimen las Administraciones Técnicas Forestales (ATFFS) o quienes hagan sus veces, deberán de garantizar el efectivo cumplimiento de la renovación de las garantías de fiel cumplimiento de los contratos de concesión.

391884-1

Aprueban Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor

DECRETO SUPREMO
N° 017-2009-AG

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA:

CONSIDERANDO:

Que, el inciso b) del artículo 3° de la Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, considera recursos naturales, al suelo, subsuelo y las tierras según su capacidad de uso mayor: agrícolas, pecuarias, forestales y de protección;

Que, mediante el Decreto Supremo N° 0062-75-AG, se aprobó el Reglamento de Clasificación de Tierras, cuyo contenido es necesario actualizar;

Que, el numeral 49.1 del artículo 49° del Reglamento de la Ley N° 27308, aprobado por Decreto Supremo N° 014-2001-AG, establece que las tierras se clasifican según su capacidad de uso mayor, de acuerdo al reglamento aprobado por decreto supremo refrendado por el Ministro de Agricultura;

En uso de la facultad conferida por el numeral 8 del artículo 118° de la Constitución Política del Perú y numeral 3 del artículo 11° de la Ley N° 29158 – Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1°.-Apruébese el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, que consta de Seis (06) Capítulos, Diecisiete (17) Artículos, una (01) Disposición Especial y Cuatro (04) Anexos, el mismo que forma parte del presente Decreto Supremo.

Artículo 2°.- El Ministerio de Agricultura, por medio de su órgano competente, es el responsable de la ejecución, supervisión, promoción y difusión de la Clasificación de Tierras en el ámbito nacional, en concordancia con el Ministerio del Ambiente, como autoridad encargada de promover la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables, entre ellos el recurso suelo.

Artículo 3°.- El Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor es de alcance nacional. Su aplicación corresponde a los usuarios del suelo en el contexto agrario, a las instituciones públicas y privadas, así como a los gobiernos regionales y locales.

Artículo 4°.- Deróguese el Reglamento de Clasificación de Tierras aprobado por Decreto Supremo N° 0062-75-AG.

Artículo 5°.- El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Agricultura.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, el primer día del mes de setiembre del año dos mil nueve.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ADOLFO DE CÓRDOVA VÉLEZ
Ministro de Agricultura

REGLAMENTO DE CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

CAPÍTULO I

DE LOS FINES Y ALCANCES

Artículo 1°.- De la finalidad y alcances de la reglamentación sobre capacidad de uso mayor de las tierras

a) Promover y difundir el uso racional continuado del recurso suelo con el fin de conseguir de este recurso el óptimo beneficio social y económico dentro de la concepción y principios del desarrollo sostenible.

b) Evitar la degradación de los suelos como medio natural de bioproducción y fuente alimentaria, además de no comprometer la estabilidad de las cuencas hidrográficas y la disponibilidad de los recursos naturales que la conforman.

c) Establecer un Sistema Nacional de Clasificación de las Tierras según su Capacidad de Uso Mayor adecuado a las características ecológicas, edáficas y de la diversidad de ecosistemas de las regiones naturales del país.

d) El presente Reglamento de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor permite caracterizar el potencial de suelos en el ámbito nacional, determinando su capacidad e identificando sus limitaciones, todo ello dentro del contexto agrario, permitiendo implementar medidas de conservación y aprovechamiento sostenido.

e) El Reglamento de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor es de alcance nacional, correspondiendo su aplicación a los usuarios del suelo en el contexto agrario, la Zonificación Ecológica Económica y el Ordenamiento Territorial, las instituciones públicas y privadas, así como por los gobiernos regionales y locales.

CAPÍTULO II

DE LAS CONSIDERACIONES GENERALES

Artículo 2°.- Alcances del término tierra

Para fines del presente Reglamento el término tierra involucra a los componentes: clima (zonas de vida), suelo y relieve.

Artículo 3°.- Del Sistema Nacional de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor

El Sistema Nacional de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor establecido por el presente Reglamento, es un sistema interpretativo de los estudios de suelos, con la ayuda de información climática (zonas de vida) y de relieve.

Artículo 4°.- Interpretación de la Capacidad de Uso Mayor

La Capacidad de Uso Mayor (CUM) correspondiente a cada unidad de tierra, es determinada mediante la interpretación cuantitativa de las características edáficas, climáticas (zonas de vida) y de relieve, los que intervienen en forma conjugada.

Artículo 5°.- Reclasificación de unidad de tierra

Como Sistema dinámico permite la reclasificación de una unidad de tierra, cuando los cambios de los parámetros edáficos o de relieve, hayan incidido en el cambio de su capacidad de uso, producto de prácticas tecnológicas adecuadas como, irrigación, rehabilitación de condiciones salinas y mal drenaje, andenería y otras.

Artículo 6°.- Sistema sujeto a cambios

El presente Sistema está sujeto a cambios a medida que se obtengan nuevas informaciones y conocimiento sobre el comportamiento y respuesta de las tierras a las prácticas o sistemas de manejo.

Artículo 7°.- Carácter sustancial del Sistema

Todo Sistema de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso Mayor (CUM) representa el basamento inicial donde se apoyan las políticas y acciones para el auténtico manejo y conservación del recurso suelo y de los otros recursos naturales conexos.

CAPÍTULO III

DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

Artículo 8°.- Aspectos Conceptuales

a. La Capacidad de Uso Mayor de una superficie geográfica es definida como su aptitud natural para producir en forma constante, bajo tratamientos continuos y usos específicos.

b. La Clasificación de las Tierras según su Capacidad de Uso Mayor es un sistema eminentemente técnico-interpretativo cuyo único objetivo es asignar a cada unidad de suelo su uso y manejo más apropiado. Esta labor, que traduce el lenguaje puramente científico del estudio de suelos a un lenguaje de orden práctico, se denomina "interpretación". Las interpretaciones son predicciones sobre el comportamiento del suelo y los resultados que se puede esperar, bajo determinadas condiciones de clima y de relieve, así como de uso y manejo establecidas.

c. Las características edáficas consideradas en el presente reglamento de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor son las siguientes: pendiente, profundidad efectiva, textura, fragmentos gruesos, pedregosidad superficial, drenaje interno, pH, erosión, salinidad, peligro de anegamiento y fertilidad natural superficial.

d. Las características climáticas consideradas en la Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor son las siguientes: precipitación, temperatura, evapotranspiración, todas influenciadas por la altitud y latitud. Todas ellas son consideradas en las zonas de vida (Holdridge).

e. Una unidad de tierra clasificada para una aptitud determinada, debe ser para su uso sostenible, es decir, para una productividad óptima y permanente bajo un sistema de manejo establecido. Ello implica que el uso asignado deberá conducir a la no degradación del suelo, por procesos tales como de erosión, salinización, hidromorfismo u otros.

Artículo 9°.- Categorías del Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor

El Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor está conformado por tres (03) categorías de uso: Grupo de Capacidad de Uso Mayor, Clase de Capacidad de Uso Mayor, Subclase de Capacidad de Uso Mayor.

9.1 Grupo de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras

Esta categoría representa la más alta abstracción del Sistema, agrupa a las tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso, es decir, a tierras que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible, de cultivos en *limpio, cultivos permanentes, pastos, producción forestal*, las que no reúnen estas condiciones son consideradas tierras de *protección*. El grupo de capacidad de uso mayor es determinado mediante el uso de las claves de las zonas de vida.

Los cinco (05) grupos de CUM establecido por el presente reglamento, son:

(a) Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (Símbolo A)

Reúne a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de *cultivos en limpio* que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos *permanentes, pastos, producción forestal* y protección, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

(b) Tierras Aptas para Cultivos Permanentes (Símbolo C)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica y continuada del suelo (cultivos en limpio), pero permiten la producción de cultivos *permanentes, ya sean arbustivos o arbóreos* (frutales principalmente). Estas tierras, también pueden destinarse, a otras alternativas de uso ya sea producción de pastos, producción forestal, protección en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

(c) Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero sí para la producción de

pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas tierras según su condición ecológica (zona de vida), podrán destinarse también para producción forestal o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

(d) Tierras Aptas para Producción Forestal (Símbolo F)

Agrupa a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, permanentes, ni pastos, pero, sí para la producción de especies forestales maderables. Estas tierras, también pueden destinarse, a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

(e) Tierras de Protección (Símbolo X)

Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible de cultivos *en limpio, permanentes, pastos o producción forestal*. En este sentido, las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean declaradas de protección.

En este grupo se incluyen, los escenarios glaciáricos (nevados), formaciones líticas, tierras con cárcavas, zonas urbanas, zonas mineras, playas de litoral, centros arqueológicos, ruinas, cauces de ríos y quebradas, cuerpos de agua (lagunas) y otros no diferenciados, las que según su importancia económica pueden ser destinadas para producción minera, energética, fósiles, hidro-energía, vida silvestre, valores escénicos y culturales, recreativos, turismo, científico y otros que contribuyen al beneficio del Estado, social y privado.

9.2 Clase de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras

Es el segundo nivel categórico del presente Sistema de Clasificación de Tierras. Reúne a unidades de suelos tierra según su **Calidad Agrológica** dentro de cada **grupo**. Un grupo de Capacidad de Uso Mayor (CUM) reúne numerosas clases de suelos que presentan una misma aptitud o vocación de uso general, pero, que no tienen una misma calidad agrológica ni las mismas limitaciones, por consiguiente, requiere de prácticas de manejo específicas de diferente grado de intensidad.

La calidad agrológica viene a ser la síntesis de las propiedades de *fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo-agua, las características de relieve y climáticas, dominantes y representa el resumen de la potencialidad del suelo para producir plantas específicas o secuencias de ellas bajo un definido conjunto de prácticas de manejo.*

De esta forma, se han establecido tres (03) clases de calidad agrológica: *alta, media y baja*. La clase de **Calidad Alta** comprende las tierras de mayor potencialidad y que requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos de menor intensidad, la clase de **Calidad Baja** reúne a las tierras de menor potencialidad dentro de cada grupo de uso, exigiendo mayores y más intensas prácticas de manejo y conservación de suelos para la obtención de una producción económica y continuada. La clase de **Calidad Media** corresponde a las tierras con algunas limitaciones y que exigen prácticas *moderadas* de manejo y conservación de suelos.

A continuación, se define las *clases de capacidad de Uso Mayor* establecidas para cada uno de los Grupos de CUM.

a) Clases de Tierras Aptas para Cultivos en Limpio (Símbolo A)

Se establece las siguientes clases: **A1, A2 y A3**. La Calidad Agrológica disminuye progresivamente de la Clase A1 a la A3, y ocurre lo inverso con las limitaciones, incrementándose éstas de la A1 a la A3.

a.1 Calidad Agrológica Alta (Símbolo A1)

Agrupa a las tierras de la *más alta calidad*, con ninguna o muy ligeras limitaciones que restrinjan su uso intensivo y continuado, las que por sus excelentes características y cualidades climáticas, de relieve o edáficas, permiten un amplio cuadro de cultivos, requiriendo de *prácticas sencillas* de manejo y conservación de suelos para mantener su productividad sostenible y evitar su deterioro.

a.2 Calidad Agrológica Media (Símbolo A2)

Agrupa a tierras de *moderada calidad* para la producción de cultivos en limpio con moderadas limitaciones de orden *climático, edáfico o de relieve*, que reducen un tanto el cuadro de cultivos así como la capacidad productiva. Requieren de *prácticas moderadas* de manejo y de conservación de suelos, a fin de evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

a.3 Calidad Agrológica Baja (Símbolo A3)

Agrupa a tierras de *baja calidad*, con fuertes limitaciones de orden *climático, edáfico o de relieve*, que reducen significativamente el cuadro de cultivos y la capacidad productiva. Requieren de *prácticas más intensas* y a veces especiales, de manejo y conservación de suelos para evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

b) Clases de Tierras Aptas para Cultivos Permanentes (Símbolo C)

Se establece las siguientes clases: **C1, C2 y C3**. La calidad agrológica del suelo disminuye progresivamente de la clase C1 a la C3.

b.1 Calidad Agrológica Alta (Símbolo C1)

Agrupa a tierras con la *más alta calidad* de suelo de este grupo, con ligeras limitaciones para la fijación de un amplio cuadro de cultivos permanentes, frutales principalmente. Requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos *poco intensivas* para evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.

b.2 Calidad Agrológica Media (Símbolo C2)

Agrupa tierras de *calidad media*, con limitaciones más intensas que la clase anterior de orden climático, edáfico o de relieve que restringen el cuadro de cultivos permanentes. Las condiciones edáficas de estas tierras requieren de *prácticas moderadas* de conservación y mejoramiento a fin de evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.

b.3 Calidad Agrológica Baja (Símbolo C3)

Agrupa tierras de *baja calidad*, con limitaciones fuertes o severas de orden climático, edáfico o de relieve para la fijación de cultivos permanentes y, por tanto, requieren de la aplicación de *prácticas intensas* de manejo y de conservación de suelos a fin de evitar el deterioro de este recurso y mantener una producción sostenible.

c) Clases de Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P)

Se establecen las siguientes clases de potencialidad: **P1, P2 y P3**. La calidad agrológica de estas tierras disminuye progresivamente de la Clase P1 a la P3.

c.1 Calidad Agrológica Alta (Símbolo P1)

Agrupa tierras con la *más alta calidad agrológica* de este grupo, con ciertas deficiencias o limitaciones para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas que permitan el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de prácticas sencillas de manejo de suelos y manejo de pastos para evitar el deterioro del suelo.

c.2 Calidad Agrológica Media (Símbolo P2)

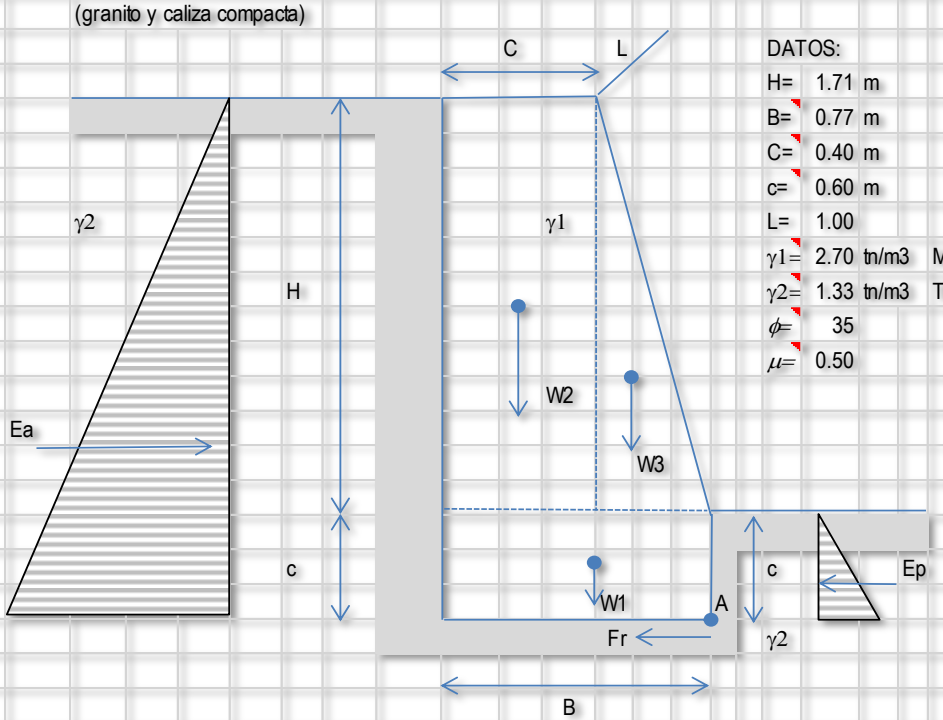
Agrupa tierras *de calidad agrológica media* en este grupo, con limitaciones y deficiencias más intensas que la clase anterior para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas, que permiten el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de la aplicación de *prácticas moderadas* de manejo de suelos y pastos para evitar el deterioro del suelo y mantener una producción sostenible.

Anexo 8.0.0 Diseño de andenes y Muro

DISEÑO DE ANDENES Y MURO.

ENUNCIADO: El muro a construirse es a base de rocas y el relleno consta de tierra suelta gravosa.

(granito y caliza compacta)



DATOS:

H=	1.71	m	
B=	0.77	m	
C=	0.40	m	
c=	0.60	m	
L=	1.00		
γ1=	2.70	tn/m3	Muro
γ2=	1.33	tn/m3	Tierra
ϕ=	35		
μ=	0.50		

PROPIEDADES:

W= γ*Asecc*L

$Ea=1/2\ \gamma H^2$ $\quad ka=[Tan]^2\ (45°-\emptyset/2)$.= 0.27

$Ep=1/2\ \gamma H^2$ $\quad kp=[Tan]^2\ (45°+\emptyset/2)$.= 0.27

CALCULOS:

FUERZAS VERTICALES:

	γ	Ascc	L	W
1	2.70	0.46	1.00	1.24
2	2.70	0.68	1.00	1.85
3	2.70	0.32	1.00	0.85
			Wt =	3.94

FUERZAS HORIZ. RESISTENTES:

Fr= μN, N= Wt Fr= 1.97

FUER. HORIZ. ACTUANTES:

	γ	H´	k	
Ea	1.33	2.31	0.27	0.96
Ep	1.33	0.60	0.27	0.06
			ΣF_A =	0.90

MOM. RESISTENTES

	W	X	M_{Ar}
1	1.24	0.38	0.48
2	1.85	0.57	1.05
3	0.85	0.25	0.21
		ΣM_R =	1.74

MOM. ACTUANTES

	E	Y	M_{Aa}
1	0.96	0.77	0.74
2	0.06	0.20	0.01
		ΣM_A =	0.73

CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD

$e=B/2$-x ==>$x=(\Sigma M_R-\Sigma M_A)/(\Sigma F_V)$.= 0.26

e = 0.13 (Cae dentro del tercio central) **Ok.**

DETERMINACION DE LOS FACTORES DE SEGURIDAD

Factor de Seguridad al Deslizamiento (FSD):

$F.S.D=(\Sigma F_R)/(\Sigma F_A)$.= 2.2 ***Ok***

Factor de Seguridad al Volteo (FSV):

$F.S.V=(\Sigma M_R)/(\Sigma M_A)$.= 2.40 ***Ok***

Factor de Seguridad al Asentamiento (FSA=σ):

$\sigma_max=(\Sigma F_V)/B\,(1+6e/B)$ $\sigma_min=(\Sigma F_V)/B\,(1-6e/B)$

σ_{max}= 10.22 tn/m2 ***Ok*** σ_{min}= 0.028 tn/m2 ***Ok***

σ Cap portante suelo admisible > σ estructura.

30 > 10.22 ***Ok***

Anexo 9.0.0 Estudio de mecánica del suelo

Delay-Ingenieros

Proyectos estudios geotécnicos al control de materiales

RECORD DE EXCAVACIÓN

Proyecto : AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LAS COMUNIDADES DE HUAYHUAS, QUISPICANCHA, PUMAHUASI Y PANTACC, DISTRITO DE IGUAIN HUANTA - AYACUCHO

Tramo : PUMAHUASI

Calicata N° : CC - 01

Solicitante : PROYECTISTA

Ubicación : PUMAHUASI

Desig. de Área : CALICATA

Elevación : mm

Método de excavación : MANUAL

Nivel freático : No se encontró

Profund. De excavación : 1.50 m

Fecha : NOVIEMBRE DEL 2016

Elaborado por : A.D.B

CLASIFICACION SUCS		PROFUNDIDAD				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SIMBOLO	GRAFICO	METROS	ESTRATO	DENSIDAD HUMEDA (g/cc)	HUMEDAD (%)	
		0.00m 0.20 m	A			Estrato : "A" - Profundidad de 0.00 a 0.20m. Compuesto por material de cobertura. Suelo de cultivo orgánico, de color marrón oscuro, con presencia de raicillas.
SC		1.50 m	B		12.47%	Estrato : "B" - Profundidad de 0.20 a 1.50m. Suelo compuesto por material Arenas arcillosas, mezclas de arena - arcilla, de color marrón oscuro, la matriz Areno Arcilloso engloba gravillas de formas sub. angulares, es de caracteristica medianamente plástica y se encuentra en estado de compacidad semi compacta a compacta, no se aprecia nivel freático, a esta profundidad presenta % de Finos =49.80; LL=40.97; IP = 16.77.
						DELAY INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS S.A.C. ING. ALFURO DELGADO BALDEON JEFE DE LABORATORIO RUC 20440395831
						Alfredo Peralta Torres CIP 173204 INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS. OFICINA CENTRAL Jr. BELLIDO Nº 722 cel. 066-9657972 Email: delay_ingenieros@hotmail.com

881

Delay-Ingenieros

Proyectos estudios geotécnicos
& control de materiales

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN

(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)

Proyecto : AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LAS COMUNIDADES DE HUAYHUAS, QUISPICANCHA, PUMAHUASI Y PANTACC, DISTRITO DE IGUAIN HUANTA - AYACUCHO

Tramo : **PUMAHUASI**
Solicitante : PROYECTISTA
Descripción : CALICATA
Fecha : NOVIEMBRE DEL 2016
Calicata : CC - 01

Dep. : AYACUCHO
Provincia : HUANTA
Distrito : IGUAIN
Ubicación : PUMAHUASI

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
11/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	34.00	3.96	3.96	96.04
1/4"	6.350	17.00	1.73	5.69	94.31
Nº 4	4.760	13.00	1.32	7.01	92.99
Nº 10	2.000	59.00	6.00	13.01	86.99
Nº 20	0.840	0.00	0.00	13.01	86.99
Nº 30	0.590	140.00	14.23	27.24	72.76
Nº 40	0.426	86.00	8.66	35.89	69.11
Nº 50	0.297	39.00	3.96	39.86	60.14
Nº 60	0.250	19.00	1.93	41.79	58.21
Nº 80	0.177	70.00	7.11	48.90	51.10
Nº 100	0.149	33.00	3.36	52.26	47.74
Nº 200	0.074	34.00	3.46	55.71	44.29
Fondo		2.00	0.20	55.91	44.09
Lavado		434.00	44.09	100.00	0.00
TOTAL		984.00			

PESOS (gr.)	
Peso seco inicial	984.00
Peso seco lavado	551.00
Perdida por lavado	433.00
% Grava	7.01%
% Arena	44.11%
% Finos	48.88%

ENSAYOS ESTÁNDAR	
Límite Líquido	40.57
Límite Plástico	24.45
Índice de Plasticidad	16.12
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-7-6 (1)
Contenido de humedad	15.26%
Máxima Densidad (gr/cm³)	
Peso Específico de los sólidos	
Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	
Humedad Optima	

Alfredo Peralta Torres
CIP 172824
INGENIERO CIVIL

CURVA GRANULUMÉTRICA

LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		CANTO RODADO
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS. OFICINA CENTRAL Jr. RIELLUDO Nº 722 tel. 066 9667972 Email: delay_ingenieros@hotmail.com

Anexo 10.0.0 Estudio de la velocidad de infiltración,

Cálculos y Resultados de la velocidad de infiltración

A. Registro de los Datos de Campo en el Formato 01.

PRUEBA DE INFILTRACIÓN: METODO DE CILINDROS INFILTRÓMETROS

Prueba N° : 01 Observador : Maicol janampa quispe

Lugar : Sector Ocana Textura : Franco arcilloso

Fecha : 25 / 06 / 2017 Conten. H° : 08 – 12 %

Observaciones: El campo utilizado ha sido el extremo de un campo de cultivo de maíz y que recientemente ha sido cosechado.

Cuadro: Prueba de infiltración y registro de datos.

Hora	**Tiempo Transc. (minutos)**		**Lámina Infiltrada (centímetros)**		**Velocidad de Infiltración (centímetros/hora)**		**Lectura (cm)**
	Parcial (2)	**Acumul. (3)**	**Parcial (5)**	**Acumul. (6)**	**Instantánea (7)**	**Promedio (8)**	**(4)**
08:05 a.m.	0	0	0	0.00	0.00	0.00	24.30
08:06	1	1	1.90	1.90	114.00	114.00	22.40
08:07	1	2	1.40	3.30	84.00	99.00	21.00
08:08	1	3	0.60	3.90	36.00	78.00	20.40
08:09	1	4	0.50	4.40	30.00	66.00	19.90
08:10	1	5	0.60	5.00	36.00	60.00	19.30
08:11	1	6	0.40	5.40	24.00	54.00	18.90
08:13	2	8	0.50	5.90	15.00	44.25	18.40
08:15	2	10	0.40	6.30	12.00	37.80	18.00
08:20	5	15	0.40	6.70	4.80	26.80	17.60
08:25	5	20	0.20	6.90	2.40	20.70	17.40
08:30	5	25	0.20	7.10	2.40	17.04	14.10
08:35	5	30	0.40	7.50	4.80	15.00	16.80
08:45	10	40	0.30	7.80	1.80	11.70	16.50
08:55	10	50	0.20	8.00	1.20	9.60	16.30
09:05	10	60	0.20	8.20	1.20	8.20	16.10
09:25	20	80	0.20	8.40	0.60	6.30	15.90
09:45	20	100	0.20	8.60	0.60	5.16	15.70
10:05 a.m.	20	120	0.20	8.80	0.60	4.40	15.50
10:25	20	140	0.10	8.90	0.30	3.81	15.40
10:45	20	160	0.10	9.00	0.30	3.38	15.30
11:05 a.m.	20	180	0.10	9.10	0.30	3.03	15.20

Fuente: Elaboración propia (2011).

(5) Lamina infiltrada parcial = Lectura inicial – lectura final

(6) Lamina infiltrada acumulada = lectura inicial + lecturas posteriores.

(7) Veloc. de infiltración instantánea (I): I = Lámina parcial / Tiempo parcial = (5) / (2) * 60

(8) Veloc. de infiltración promedio (Ip):

Ip = Lámina acumulada / Tiempo acumulado = (6) / (3) * 60

B. Calculo de la Función de Lámina Infiltrada Acumulada:

Cuadro N° 4.17: Función de la lámina Infiltrada Acumulada.

Tiempo Acumulado (min) To	**Lámin. de Infiltrac. (cm.) $I_{acum.}$**	**Log To = X**	**Log I = Y**	**X.Y**	**X^2**	**Y^2**
1	1.900	0.000	0.279	0.000	0.000	0.078
2	3.300	0.301	0.519	0.156	0.091	0.269
3	3.900	0.477	0.591	0.282	0.228	0.349
4	4.400	0.602	0.643	0.387	0.362	0.414
5	5.000	0.699	0.699	0.489	0.489	0.489
6	5.400	0.778	0.732	0.570	0.606	0.536
8	5.900	0.903	0.771	0.696	0.816	0.594
10	6.300	1.000	0.799	0.799	1.000	0.639
15	6.700	1.176	0.826	0.972	1.383	0.682
20	6.900	1.301	0.839	1.091	1.693	0.704
25	7.100	1.398	0.851	1.190	1.954	0.725
30	7.500	1.477	0.875	1.293	2.182	0.766
40	7.800	1.602	0.892	1.429	2.567	0.796
50	8.000	1.699	0.903	1.534	2.886	0.816
60	8.200	1.778	0.914	1.625	3.162	0.835
80	8.400	1.903	0.924	1.759	3.622	0.854
100	8.600	2.000	0.934	1.869	4.000	0.873
120	8.800	2.079	0.944	1.964	4.323	0.892
140	8.900	2.146	0.949	2.038	4.606	0.901
160	9.000	2.204	0.954	2.103	4.858	0.911

180	9.100	2.255	0.959	2.163	5.086	0.920
	SUMA=	27.780	16.800	24.409	45.912	14.042

Fuente: Elaboración propia (2011).

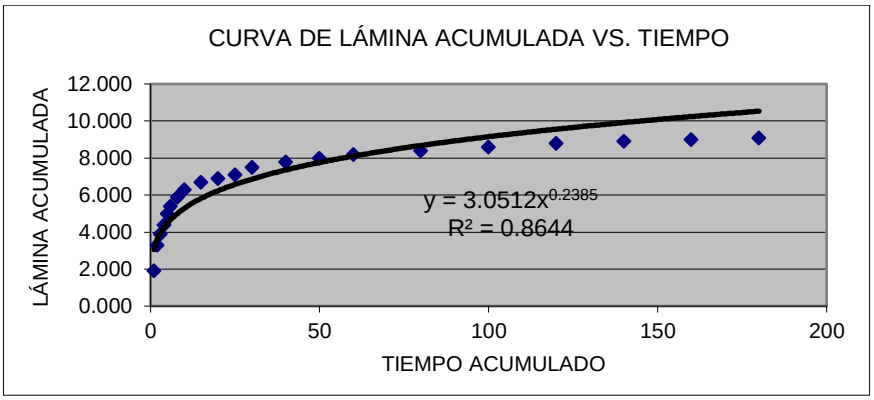


Gráfico N° 4.6: Lámina Acumulada vs. Tiempo.

Cabe indicar del Gráfico 4.6, que la lámina acumulada se hace constante debido a la presencia de algún cuerpo sólido (roca madre) en el subsuelo y la posterior saturación.

C. Cálculo de la Función de la Velocidad de Infiltración Instantánea.

Cuadro N° 4.18: Función de la velocidad de Infiltración Instantánea.

Tiempo Acumulado (min) (To)	**Veloc. de Infiltrac. (cm./hr) (I)**	**Log To = X**	**Log I = Y**	**X.Y**	**X^2**	**Y^2**
1	114.000	0.000	2.057	0.000	0.000	4.231
2	84.000	0.301	1.924	0.579	0.091	3.703
3	36.000	0.477	1.556	0.743	0.228	2.422
4	30.000	0.602	1.477	0.889	0.362	2.182
5	36.000	0.699	1.556	1.088	0.489	2.422
6	24.000	0.778	1.380	1.074	0.606	1.905
8	15.000	0.903	1.176	1.062	0.816	1.383
10	12.000	1.000	1.079	1.079	1.000	1.165
15	4.800	1.176	0.681	0.801	1.383	0.464
20	2.400	1.301	0.380	0.495	1.693	0.145
25	2.400	1.398	0.380	0.532	1.954	0.145

30	4.800	1.477	0.681	1.006	2.182	0.464
40	1.800	1.602	0.255	0.409	2.567	0.065
50	1.200	1.699	0.079	0.135	2.886	0.006
60	1.200	1.778	0.079	0.141	3.162	0.006
80	0.600	1.903	-0.222	-0.422	3.622	0.049
100	0.600	2.000	-0.222	-0.444	4.000	0.049
120	0.600	2.079	-0.222	-0.461	4.323	0.049
140	0.300	2.146	-0.523	-1.122	4.606	0.273
160	0.300	2.204	-0.523	-1.152	4.858	0.273
180	0.300	2.255	-0.523	-1.179	5.086	0.273
	SUMA=	27.780	12.509	5.251	45.912	21.675

Fuente: Elaboración propia (2011).

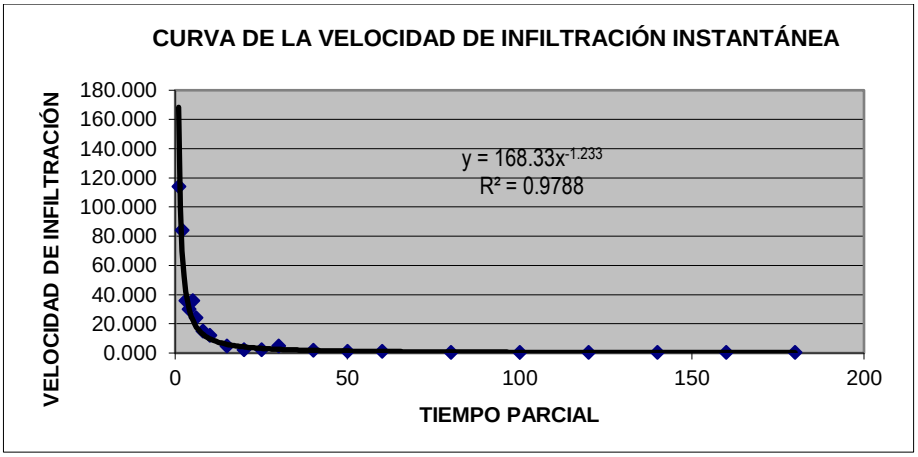


Gráfico N° 4.7: Curva de la velocidad de infiltración instantánea.

D. Calculo de los Parámetros de la Función de Lámina Acumulada (Iac):

Se tiene el modelo: $Iac = A\ T_o^{\ B}$

Cálculo de B:

$$B = \frac{n\left(\sum XiYi\right) - \sum Xi \sum Yi}{n\sum Xi^2 - \left(\sum Xi\right)^2}$$ Donde: n = número de datos procesados (n=21)

$$\Rightarrow B = 0.2385$$

Cálculo de A:

$$A = antiLog\ Ao$$

$$Ao = \frac{\sum Yi}{n} - \frac{B\sum Xi}{n} \quad \Rightarrow Ao = 0.4845$$

A = antiLog (0.4845)

A = 3.0512

Cálculo del Coeficiente de Determinación:

$$r^2 = \frac{\left[\sum XiYi - \frac{\sum Xi \sum Yi}{n}\right]^2}{\left[\sum Xi^2 - \frac{\left(\sum Xi\right)^2}{n}\right]\left[\sum Yi^2 - \frac{\left(\sum Yi\right)^2}{n}\right]}$$

r^2 = 0.8640

Lo que quiere decir que el 86.40% de la variación de lámina infiltrada acumulada es explicado por el tiempo transcurrido y el modelo es altamente confiable.

E. Calculo de Parámetros de la Función de la Velocidad de Infiltración Instantánea (I):

Se tiene el modelo: I = a To ^{b}

Cálculo de b:

$$b = \frac{n\left(\sum XiYi\right) - \sum Xi \sum Yi}{n\sum Xi^2 - \left(\sum Xi\right)^2} \quad \Rightarrow b = -1.2326$$

Cálculo de a:

$a = antiLog\ a_o$

$$a_o = \frac{\sum Yi}{n} - \frac{b\sum Xi}{n} \quad \Rightarrow a_o = 2.2262$$

$a = antiLog$ (2.2262)

a = 168.3269

Cálculo del Coeficiente de Determinación:

$$r^2 = \frac{\left[\sum XiYi - \frac{\sum Xi \sum Yi}{n}\right]^2}{\left[\sum Xi^2 - \frac{\left(\sum Xi\right)^2}{n}\right]\left[\sum Yi^2 - \frac{\left(\sum Yi\right)^2}{n}\right]}$$

$r^2 = 0.9780$

Lo que quiere decir que el 97.80% de la variación de la velocidad de infiltración instantánea es explicado por el tiempo transcurrido y el modelo es altamente confiable.

F. Cálculo de la Infiltración Básica y el Tiempo en que ocurre:

El tiempo en que ocurre la infiltración básica (Tb) es:

Tb = - 10 b

Tb = - 10 (-1.2326)

Tb = 12.3260 horas = 12h 19’ 34”

La infiltración básica (Ib) es:

$I_b = a\ (T_b)^b$

$I_b = 168.3269\ (12.3260)^{-1.2326}$

I_b = 7.61 mm /h.

Del Cuadro, se determina que el tipo de suelo es **Franco Arcilloso**.

Cuadro : Infiltración básica según tipo de suelo.

Tipo de suelo	**mm/h**
Arenoso grueso	25 a 60
Arenoso fino	18 a 25
Franco arenoso	14 a 18
Franco limoso	10 a 14
Franco arcilloso	7 a 10
Arcillo limoso	4 a 7
Arcilloso compacto	2 a 5

Fuente: Pizarro,R. (manual de conservación de aguas y suelos)

Anexo 11.0.0 Datos Meteorológicos de la Estación Huanta

:OBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
IRRIGACION RIO CACHI
)PERACION HIDROMETEOROLOGICO

Resp.
JWCR

REGISTRO MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MAXIMAS ABSOLUTAS (ºC)

ESTACION	:HUANTA	**DISTRITO**	: HUANTA	**ALTITUD**	:2620
CODIGO	: 026	**PROVINCIA**	: HUANTA	**LATITUD**	:12°56'00"
		DEPARTAMENTO	: AYACUCHO	**LONGITUD**	:74°15'00"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	S/D	S/D	S/D	21.9	23.7	22.8	23.8	23.2	24.7	25.9	26.0	25.5
2002	25.2	22.3	23.2	23.5	24.3	23.3	22.0	24.2	24.8	25.4	24.5	24.8
2003	25.3	23.7	2.0	23.3	23.7	24.1	24.2	24.6	25.5	27.3	28.2	25.6
2004	25.7	24.1	24.2	25.4	25.5	23.7	23.5	23.4	24.8	25.6	26.8	24.3
2005	25.0	25.3	24.5	25.2	26.2	25.4	25.2	26.0	26.6	26.3	27.2	24.6
2006	23.8	23.2	23.5	23.6	25.1	24.5	24.6	25.8	25.6	25.9	24.4	25.1
2007	24.0	24.3	23.2	24.0	25.4	25.4	23.5	24.5	23.5	26.9	27.3	25.6
2008	23.6	23.8	23.5	24.8	24.9	24.7	25.0	26.2	26.5	26.8	27.8	26.2
2009	24.3	23.7	23.6	24.4	25.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
MED	24.61	23.81	20.97	24.01	24.87	24.25	23.98	24.74	25.25	26.27	26.52	25.20

GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
RED HIDROMETEOROLOGICA

REGISTRO DE HUMEDADES RELATIVAS DIARIAS (%)

ESTACION	: HUANTA	**DISTRITO**		**ALTITUD**	: 2620.0 msnm
CODIGO	: 026	**PROVINCIA**	: HUANTA	**LATITUD**	: 12º56'00"
HUANTA		**DEPARTAMENTO**	: AYACUCHO	**LONGITUD**	: 74º15'00"

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	86	90	91	91	84	86	82	83	77	76	71	70
2002	75	79	77	70	65	53	51	60	65	66	69	72
2003	72	74	72	70	52	48	52	48	52	51	58	65
2004	67	72	71	66	50	42	37	52	47	48	50	63
2005	70	72	59	S/D	S/D	S/D	S/D	43	50	48	54	54
2006	69	74	67	68	64	53	51	60	58	57	66	67
2007	76	75	77	66	53	60	54	58	55	S/D	S/D	S/D
MEDIA	**74**	**76**	**73**	**72**	**61**	**57**	**54**	**58**	**58**	**57**	**61**	**65**

S/D: SIN DATO

REGISTRO DE TEMPERATURAS MINIMAS ABSOLUTAS MENSUAL (ºC)

ESTACION	: HUANTA	**DISTRITO**		**ALTITUD**	: 2620.0 msnm
CODIGO	: 026	**PROVINCIA**	: HUANTA	**LATITUD**	: 12º56'00"
HUANTA		**DEPARTAMENTO**	: AYACUCHO	**LONGITUD**	: 74º15'00"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1993	5.5	6.0	6.6	6.0	4.0	-0.2	-0.2	-1.0	5.0	5.0	6.0	6.0
1994	5.5	6.5	6.5	5.5	5.0	4.0	3.5	3.5	5.0	5.5	5.5	6.5
1995	6.5	5.9	6.0	5.5	5.0	4.5	5.5	5.5	5.5	6.0	6.5	6.0
1996	7.0	6.5	1.0	2.5	4.5	3.0	3.5	4.5	5.5	6.0	5.5	5.5
1997	6.5	6.5	5.0	6.5	5.0	4.5	3.0	1.3	3.6	5.4	5.7	7.0
1998	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1999	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2000	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2001	S/D	S/D	S/D	3.0	1.0	1.1	2.2	0.0	2.3	3.3	2.2	6.0
2002	5.2	7.0	6.3	4.1	3.4	1.4	2.1	2.1	5.2	3.4	6.1	7.0
2003	6.3	1.4	5.3	4.3	3.2	2.4	2.2	3.0	3.4	5.2	8.8	9.4
2004	10.0	9.0	8.4	7.2	6.8	3.6	5.4	5.4	6.2	9.2	9.2	9.4
2005	8.6	8.6	8.0	6.6	5.4	5.0	3.4	5.4	7.6	8.2	7.6	8.8
2006	8.2	9.6	9.8	4.3	3.6	4.8	4.0	6.0	7.0	6.0	5.0	6.3
2007	6.1	6.2	9.2	8.2	4.0	4.8	5.2	5.6	6.2	7.6	9.0	9.2
2008	9.2	8.0	6.2	7.2	5.2	4.6	5.8	6.6	6.8	8.4	9.0	8.0
2009	9.6	7.8	8.2	7.8	5.8	5.0	5.0	5.4	7.8	6.4	8.0	0.0
MEDIA	**7.2**	**6.8**	**6.7**	**5.6**	**4.4**	**3.5**	**3.6**	**3.8**	**5.5**	**6.1**	**6.7**	**6.8**

GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
RED HIDROMETEOROLOGICA

REGISTRO DE VELOCIDADES DE VIENTO MENSUALES (m/s)

ESTACION	: HUANTA	**DISTRITO**		**ALTITUD**	: 2620.0 msnm
CODIGO	: 026	**PROVINCIA**	: HUANTA	**LATITUD**	: 12º56'00"
HUANTA		**DEPARTAMENTO**	: AYACUCHO	**LONGITUD**	: 74º15'00"

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2002	S/D	0.4	0.0	0.2	0.0	0.7	0.7	0.2	S/D	S/D	S/D	S/D
2003	0.5	0.3	0.3	0.8	0.6	0.4	0.2	0.9	0.2	0.7	0.7	0.5
2004	0.4	1.5	0.3	0.5	0.4	0.5	0.4	0.6	0.2	0.6	0.2	0.4
2005	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2006	S/D	S/D	S/D	S/D	2.1	1.6	1.8	2.1	1.9	2.0	1.9	S/D
2007	S/D	S/D	0.5	0.9	0.9	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.7
2008	0.3	0.4	0.2	0.4	0.1	0.1	0.2	0.5	0.1	0.1	0.3	0.2
2009	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.7	0.7	0.4	4.5	0.7	0.1	S/D
MEDIA	**0.3**	**0.6**	**0.2**	**0.5**	**0.6**	**0.7**	**0.7**	**0.8**	**1.3**	**0.8**	**0.6**	**0.5**

S/D : SIN DIRECTORIO

GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
IRRIGACION RIO CACHI
OPERACION HIDROMETEOROLOGICO

REGISTRO DE PRECIPITACIONES MENSUAL (mm)

ESTACION	: HUANTA	DISTRITO		ALTITUD	: 2620 msnm
CODIGO	: 026	PROVINCIA	: HUANTA	LATITUD	: 13º56'00"
MES- AÑO	2001-2008	DEPARTAMENTO	: AYACUCHO	LONGITUD	: 74º15'00"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	S/D	S/D	S/D	71.9	42.9	42.0	39.4	27.1	33.0	40.7	70.1	82.3
2002	41.3	107.1	97.4	40.5	19.8	2.0	22.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2003	76.9	138.3	136.3	53.3	8.2	2.1	0.0	21.0	30.4	14.9	15.4	102.9
2004	42.5	81.2	57.6	8.2	8.7	9.2	20.1	14.0	24.2	19.2	37.3	98.8
2005	62.6	118.5	140.7	23.2	5.1	0.0	4.0	0.0	3.1	33.7	33.5	84.9
2006	113.5	64.3	66.2	91.4	0.0	5.0	0.0	2.0	15.6	17.2	50.0	80.9
2007	150.0	101.8	117.0	9.7	6.1	0.0	6.1	1.0	3.0	47.7	44.5	84.1
2008	67.9	82.3	23.4	14.8	12.0	9.4	0.0	0.0	2.2	47.4	28.0	63.9
2009	103.9	112.9	39.1	41.8	23.1	0.0	4.4	6.3	10.8	36.2	83.3	0.0
MEDIA	**82.3**	**100.8**	**84.7**	**39.4**	**14.0**	**7.7**	**10.7**	**8.9**	**15.3**	**32.1**	**45.3**	**74.7**

S/D = SIN DATO

GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
RED HIDROMETEOROLOGICA

REGISTRO DE HORAS DE SOL PROMEDIOS MENSUALES

ESTACION	: HUANTA	DISTRITO		ALTITUD	: 2620 msnm
CODIGO	: 026	PROVINCIA	: HUANTA	LATITUD	: 13º56'00"
MES- AÑO	2001-2008	DEPARTAMENTO	: AYACUCHO	LONGITUD	: 74º15'00"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992	6.3	7.4	6.9	6.6	9.5	7.4	9.3	8.2	8.0	7.0	7.6	7.9
1993	4.1	5.5	5.6	5.3	7.8	9.1	8.4	8.0	6.5	6.7	4.2	4.0
1994	S/D	4.3	4.4	5.1	8.0	8.2	8.1	7.5	6.8	6.6	7.0	5.3
1995	6.3	4.2	4.2	6.3	8.2	7.3	8.2	8.3	5.3	7.3	6.3	5.3
1996	3.3	3.3	4.3	5.3	7.3	8.2	9.3	7.3	7.3	6.4	6.3	4.3
1997	3.3	4.2	4.3	6.4	6.3	6.3	7.3	5.3	4.3	5.3	5.3	5.3
1998	4.2	5.3	5.3	7.3	9.3	7.3	8.3	7.3	7.3	6.2	6.3	4.2
1999	4.3	3.3	3.3	4.3	6.2	8.3	6.3	8.3	7.3	6.2	6.3	4.2
2000	4.3	4.3	4.3	7.2	8.4	7.3	8.3	8.2	7.3	6.3	8.3	6.3
2001	3.2	4.3	5.3	7.3	7.3	7.2	8.2	8.3	6.3	7.3	7.3	4.3
2002	5.3	5.3	4.3	7.3	8.3	8.3	8.3	7.4	6.3	8.2	7.3	7.3
2003	5.3	2.3	3.3	5.3	7.3	8.2	7.3	8.3	6.2	6.4	6.3	5.3
2004	5.3	5.3	5.3	7.2	9.2	7.3	8.3	7.3	4.3	6.3	8.3	5.2
2005	7.2	0.3	1.2	6.3	8.4	8.3	8.3	8.3	7.3	5.3	7.3	3.3
2006	4.3	5.3	4.3	4.2	9.3	7.3	8.3	7.3	6.3	6.3	4.3	4.3
2007	4.3	5.3	4.3	5.3	7.3	7.3	7.2	7.3	S/D	5.3	6.2	3.2
2008	3.2	5.3	4.2	6.3	8.3	8.3	8.3	8.3	7.3	6.3	3.1	3.3
2009	5.3	4.3	4.3	6.3	8.8	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
MEDIA	**4.7**	**4.4**	**4.4**	**6.1**	**8.1**	**7.7**	**8.1**	**7.7**	**6.5**	**6.4**	**6.3**	**4.9**

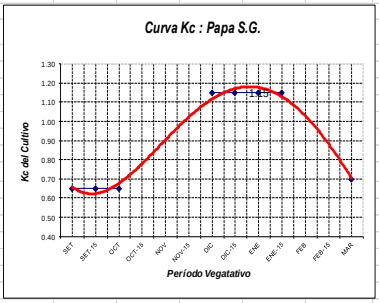
Anexo 12.0.0 Calculo del Kc de los cultivos

1. CULTIVO: Papa S.G.

DATOS DEL CULTIVO	
cultivo de:	PAPA
per veg.	6 meses
fech. Siemb.	SETIEMBRE

ETAPA	ESTADOS DE DESARROLLO	PERIODO	Kc	
I - Inicial	emergencia	35	0.65	Kc - Inicial
II - Desarrollo de Cultivo	10-80% desarr. Vegt.	60		
III - Mediados del Cultivo	80% de formación del fruto	65	1.15	Kc - Mediados Desarrollo (Cuadro n
IV - Finales del Cultivo	maduración.	20	0.75	Kc - Final (Cuadro nº 15)
	Dato de la Zona:	180		

SET	0.65
SET-15	0.65
OCT	0.65
OCT-15	
NOV	
NOV-15	
DIC	1.15
DIC-15	1.15
ENE	1.15
ENE-15	1.15
FEB	
FEB-15	
MAR	0.7



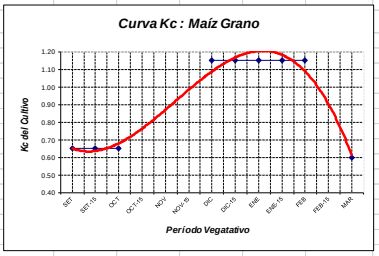
CARACTERISTICAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
N° dias del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Kc LEIDOS	1.15	0.7							0.65	0.7	0.9	1.15

2. CULTIVO: Maíz Grano

DATOS DEL CULTIVO	
cultivo de:	MAÍZ GRANO
per veg.	6 meses
fech. Siemb.	SETIEMBRE

ETAPA	ESTADOS DE DESARROLLO	PERIODO	Kc
I	emergencia	30	0.65
II	10-80% desarr. Vegt.	50	
III	80% de formación del fruto	60	1.15
IV	maduración.	40	0.60
		180	

SET	0.65
SET-15	0.65
OCT	0.65
OCT-15	
NOV	
NOV-15	
DIC	1.15
DIC-15	1.15
ENE	1.15
ENE-15	1.15
FEB	1.15
FEB-15	
MAR	0.6



CARACTERISTICAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
N° dias del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Kc LEIDOS	1.15	0.6							0.65	0.65	0.87	1.15

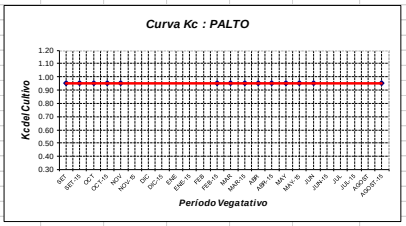
3. CULTIVO: PALTO

DATOS DEL CULTIVO	
cultivo de:	FRUTALES
per veg.	perenne
fech. Siemb.	SETIEMBRE

ETAPA	ESTADOS DE DESARROLLO	PERIODO	Kc
I	emergencia	60	0.95
II	10-80% desarr. Vegt.	90	
III	80% de formación del fruto	120	0.95
IV	maduración.	95	0.95
		365	

Fuente: Datos de la FAO P.V

SET	0.95
SET-15	0.95
OCT	0.95
OCT-15	0.95
NOV	0.95
NOV-15	
DIC	
DIC-15	
ENE	
ENE-15	
FEB	
FEB-15	0.95
MAR	0.95
MAR-15	0.95
ABR	0.95
ABR-15	0.95
MAY	0.95
MAY-15	0.95
JUN	0.95
JUN-15	
JUL	
JUL-15	
AGOST	
AGOST-15	0.95



CARACTERISTICAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
N° dias del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Kc LEIDOS	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95

Anexo 13.0.0 Tabla de la eficiencia de riego

Para esta tabla se empleó los datos de la textura y topografía del suelo (en este caso del resultado de infiltración se toma los datos de infiltración será textura media y poco profundo-suelo franco arcilloso), de esto resulta Er=40% promedio

EFICIENCIA EN EL RIEGO POR GRAVEDAD (%)

Textura del suelo y topografía	Sistema de Riego		
	Melgas	Surco	Melgas en Contorno
1. Arenoso			
a) Bien nivelado	40	40-50	40
b) Nivelación insuficiente	20-30	30	30
c) Quebrado o con pendiente	-	20-30	20
2. Media y profundo			
a) Bien nivelado	45-55	50-60	50-55
b) Nivelación insuficiente	35-45	30-50	30-40
c) Quebrado o con pendiente	-	20-30	20-30
3. Media y poco profundo			
a) Bien nivelado	60	50	45
b) Nivelación insuficiente	40-50	35	35
c) Quebrado o con pendiente	30	30	30
4. Pesado			
a) Bien nivelado	50-60	50-65	40-60
b) Nivelación insuficiente	40-50	45-55	30-45
c) Quebrado o con pendiente	20-40	25-45	20-30

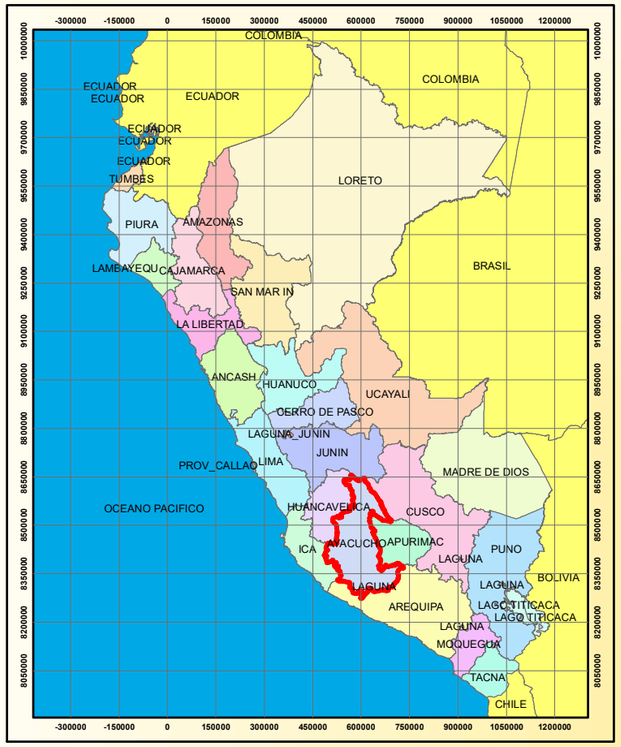
Fuente: Vázquez, 1988 (cap. 170)

Anexo 14.0.0 Herramientas p**ara la formalización de derecho de uso del agua, según R.J Nº 265-2015-ANA y la Ley Nº 30157, Ley de organización de usuarios de agua y su Reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 005-2015-MINAGRI**. **Para el reconocimiento y adecuación a la ley en mención de la organización: "Comité de Usuarios de Agua Santa Rosa de Ocana".**

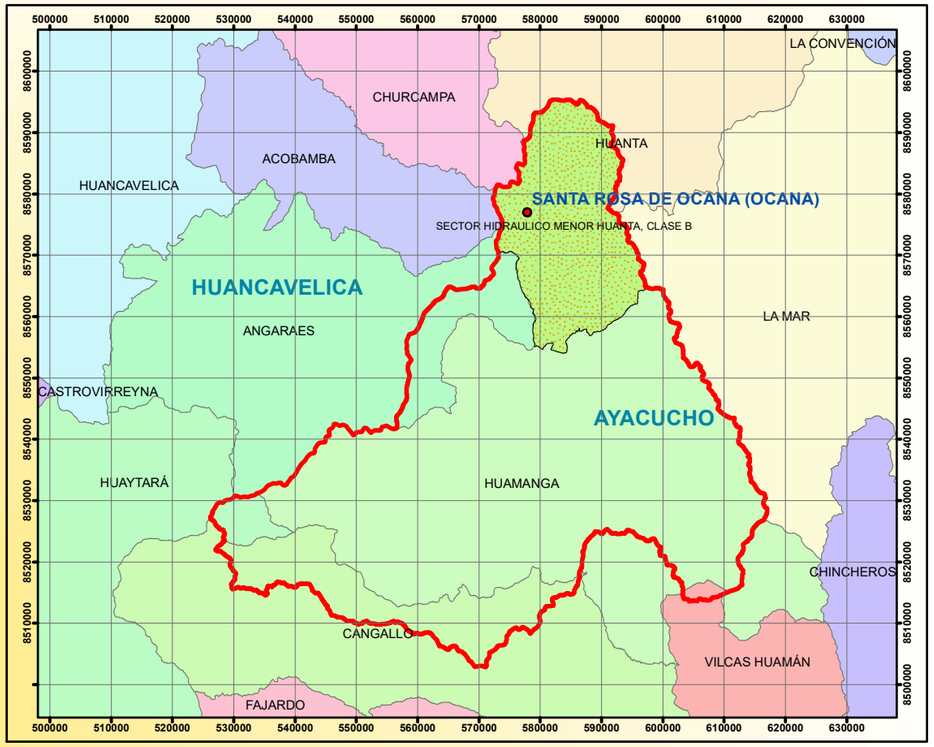
ANEXO: 15.1.0. PLANO DE UBICACION POLITICA DEL PROYECTO

N

UBICACION DEPARTAMENTAL



UBICACION PROVINCIAL



UBICACION DISTRITAL

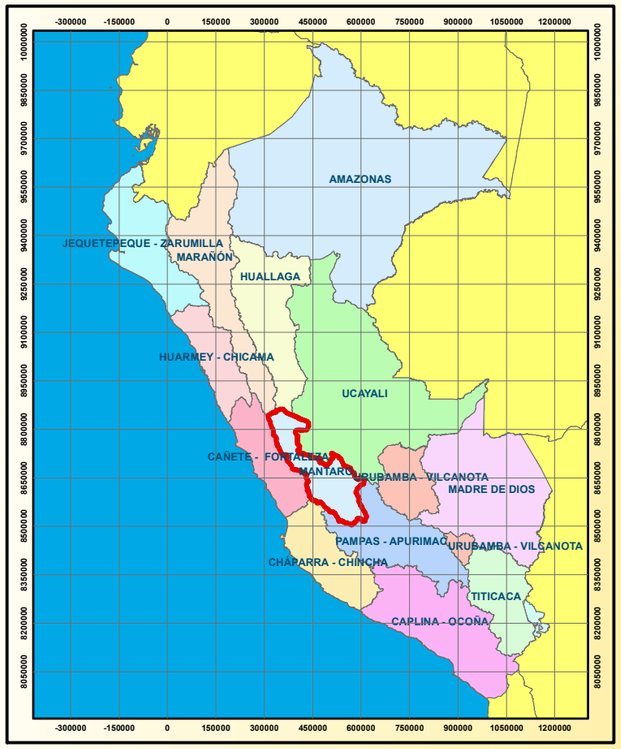
ESCALA: 1/150,000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA **FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS** ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA	
TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"	
Distritos; Provincia y Departamento: Huamanguilla, iguain, Huanta, Luricocha, Chaka y Santillana; Huanta - Ayacucho	
Plano de Ubicación Politica del Proyecto : **"PLANO DE UBICACIÓN POLITICA"**	
Escala : Indicada	Fecha : Junio 2017
Sistema : Proy. UTM	Zona : 18 Sur
Datum Horizontal : WGS 84	Datum Vertical : Nivel Medio del Mar
Elaborado : Bach. Maicol Janampa	Aprobado : FCA
Escala : 1:150,000	Lamina : Anexo 15.1.0/15.0.0

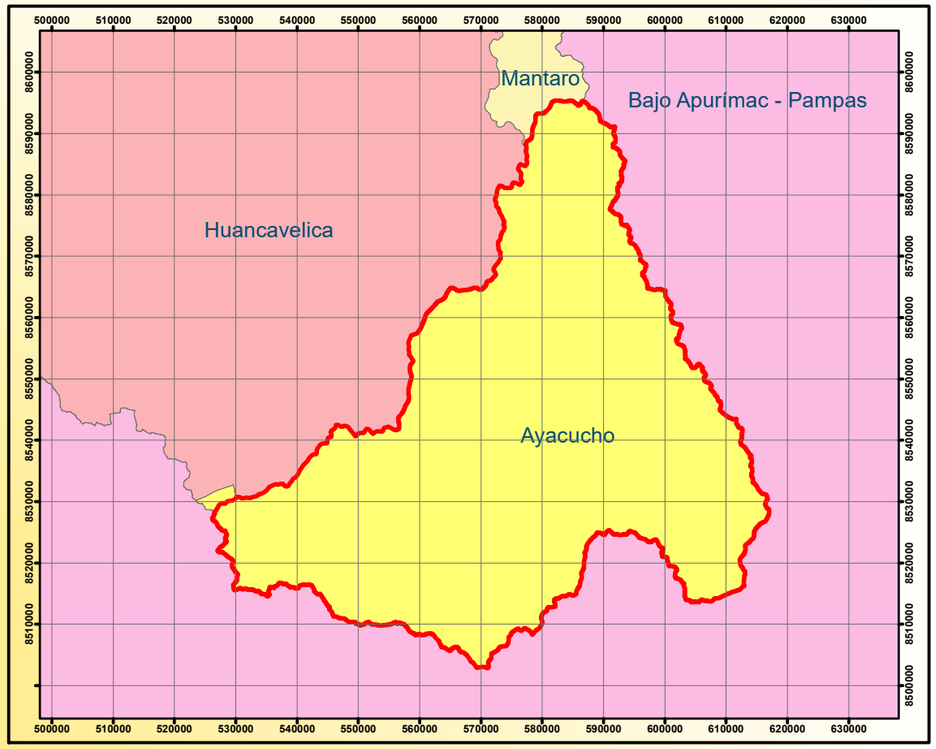
ANEXO 15.2.0. PLANO DE UBICACION ADMNISTRATIVA DEL PROYECTO

N

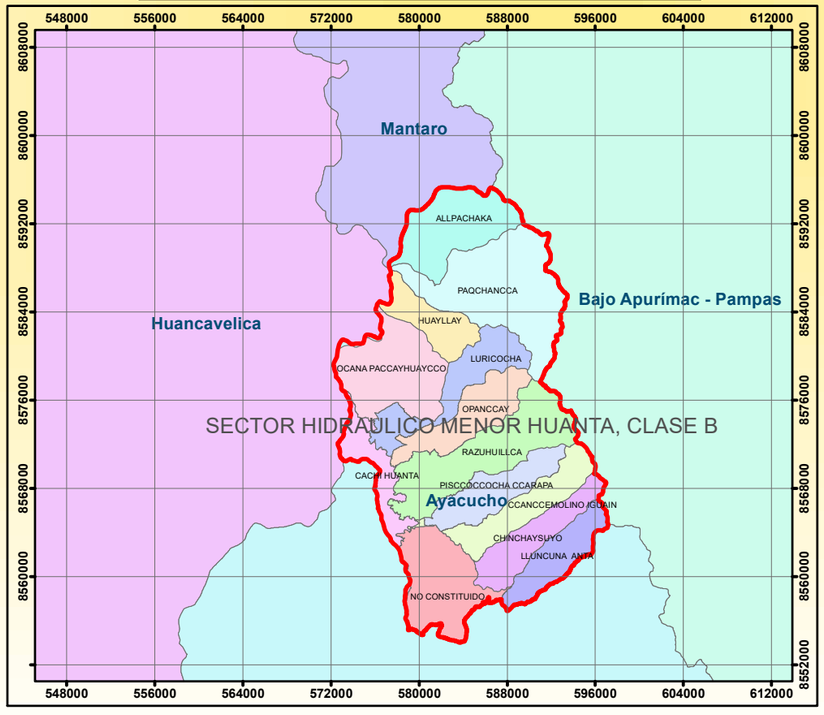
UBICACION DE LA AAA



UBICACION ALA



UBICACION DEL SECTOR HIDRAULICO MENOR HUANTA, CLASE B



ESCALA: 1/150,000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

Distritos; Provincia y Departamento: Huamanguilla, iguain, Huanta, Luricocha, Chaka y Santillana; Huanta - Ayacucho

Plano de Ubicación Admnistrativa del Proyecto :

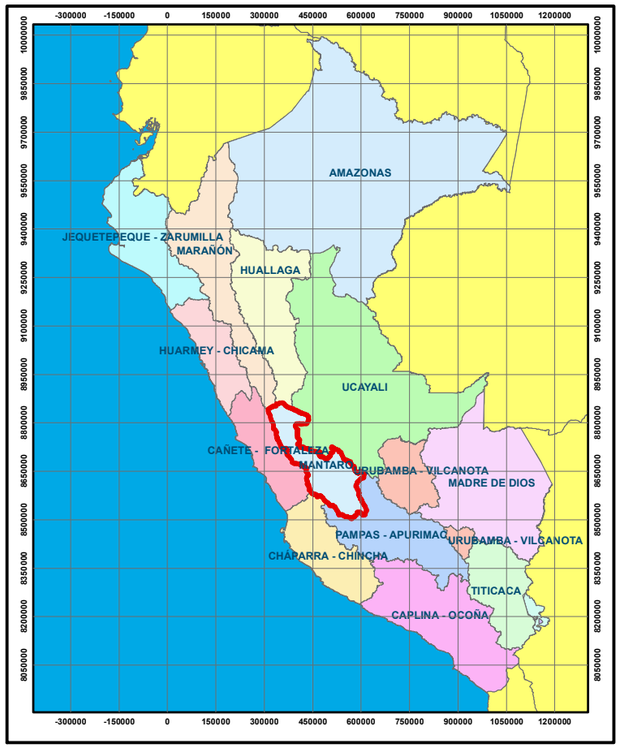
"PLANO DE UBICACIÓN ADMNISTRATIVA"

Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:150,000	Lamina :	Anexo 15.2.0/15.0.0

ANEXO: 15.3.0. PLANO DE UBICACIÒN HIDROGRÀFICA DEL PROYECTO

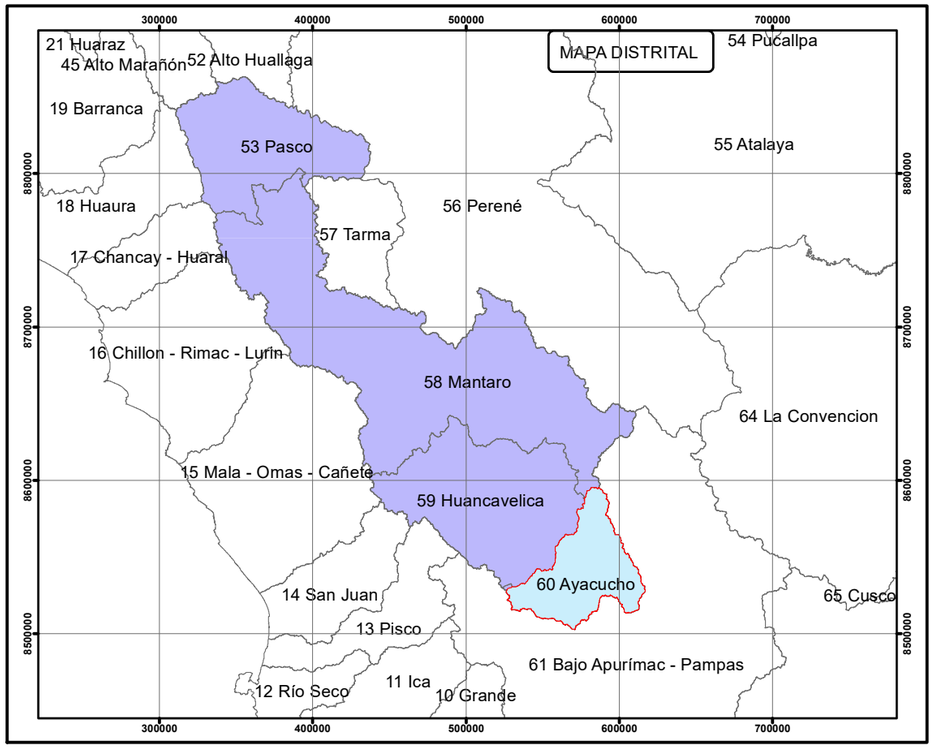
N

UNIDADES HIDROGRAFICAS EN EL PERU



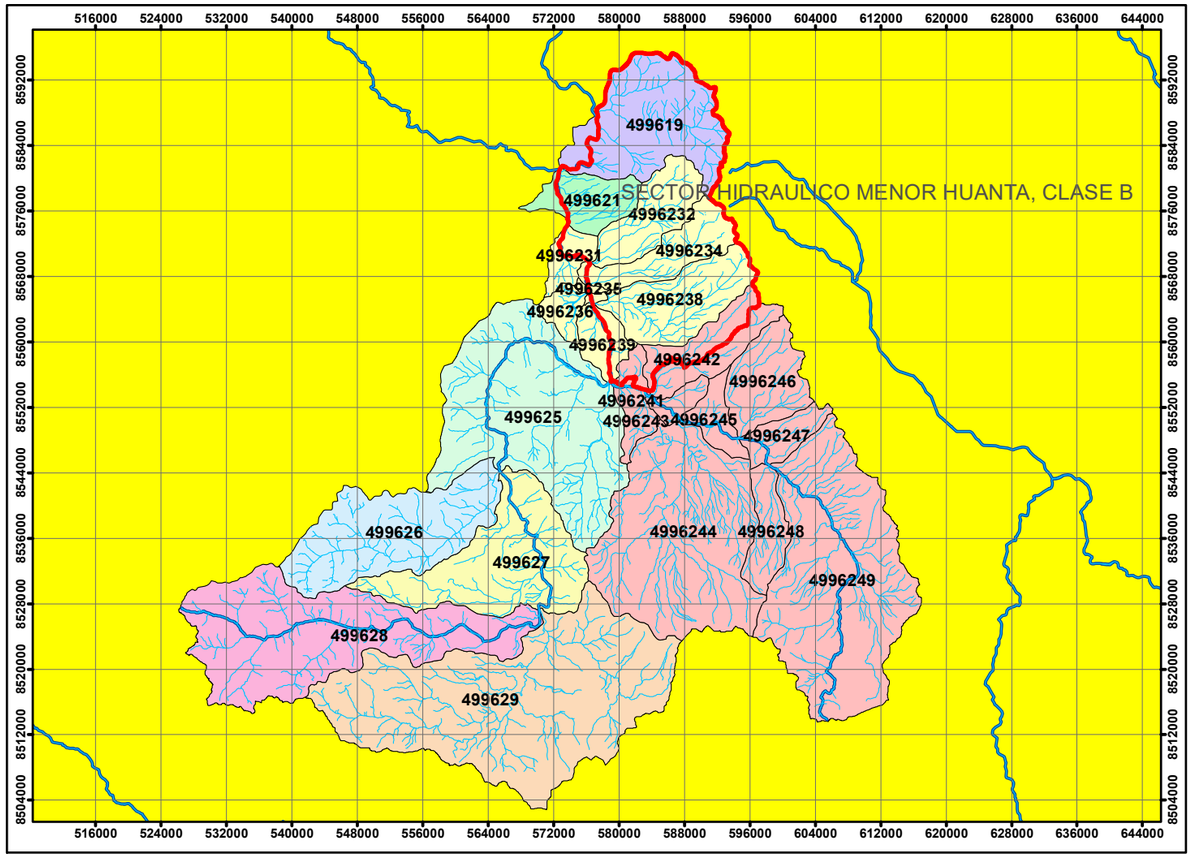
ESCALA: 1/19,000,000

UNIDAD HIDROGRAFICA CUENCA MATARO- AAA



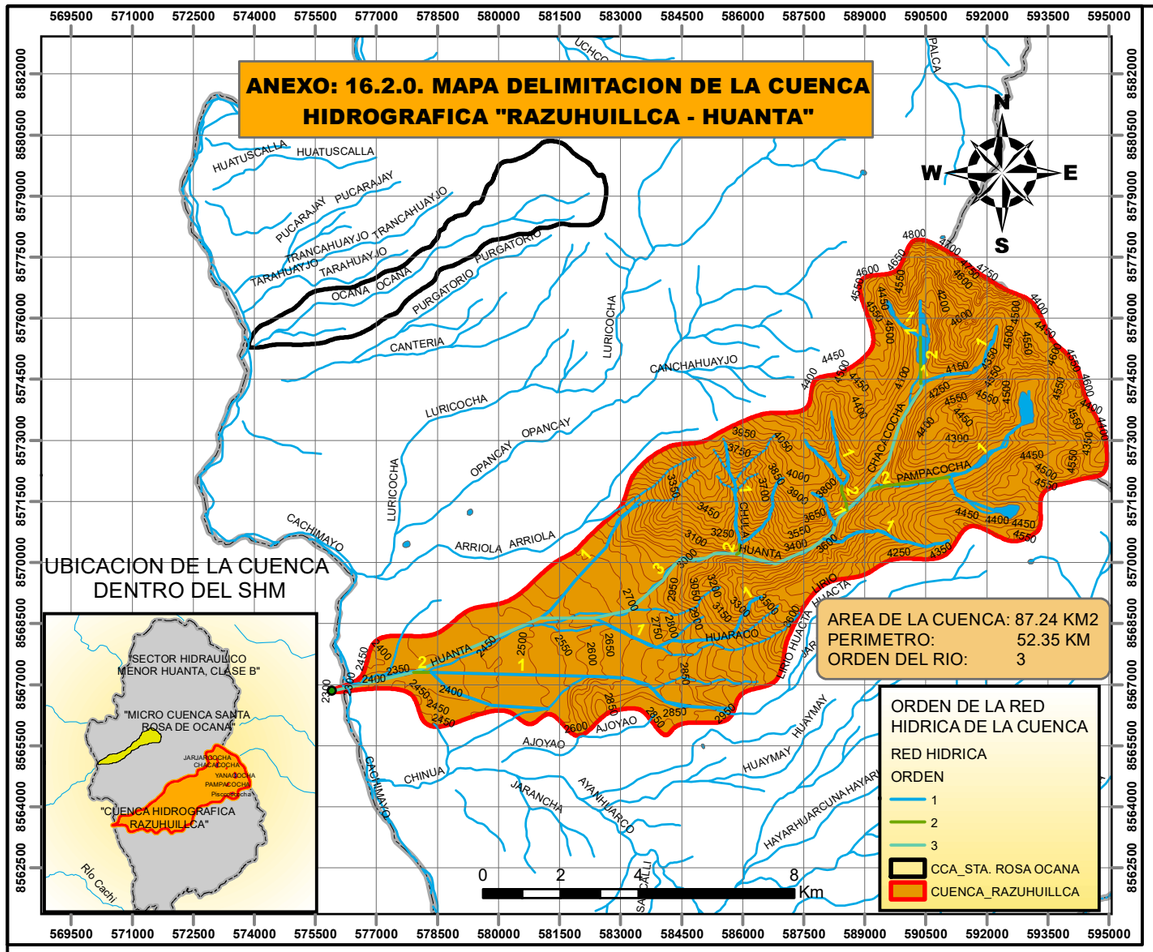
ESCALA: 1/4,000,000

UNIDA HIDROGRAFICA ALA AYACUCHO- HUANTA



ESCALA: 1/750,000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA **FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS** ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA	
TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"	
Distritos; Provincia y Departamento: Huamanguilla, iguain, Huanta, Luricocha, Chaka y Santillana; Huanta - Ayacucho	
Plano de Ubicación Hidrografica del Proyecto : **"PLANO DE UBICACIÓN HIDROGRAFICA"**	
Escala : Indicada	Fecha : Junio 2017
Sistema : Proy. UTM	Zona : 18 Sur
Datum Horizontal : WGS 84	Datum Vertical : Nivel Medio del Mar
Elaborado : Bach. Maicol Janampa	Aprobado : FCA
Escala : Indicada	Lamina : Anexo 15.3.0/15.0.0



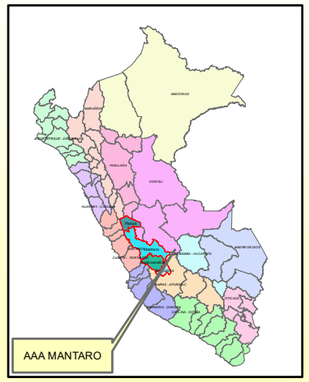
CUADRO N° 1
PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS
CUENCA DEL RIO RAZUHUILLCA

PARAMETROS				UNIDAD	CUENCA VISCHONGO
AREA DE LA CUENCA				Km²	87.24
PERIMETRO				Km	52.35
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA		Coeficiente de Compacidad (Gravelius)	1	1.58
		FACTOR DE FORMA	Longitud (// al curso más largo)	Km	22.82
			Ancho Medio	Km	3.82
			Radio de Circularidad	1	0.40
			Factor de Forma	1	0.17
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km	22.25
			Lado Menor	Km	3.92
	Longitud total de los ríos de diferentes grados		Orden 1	Km	29.93
			Orden 2	Km	5.84
			Orden 3	Km	13.90
			Orden 4	Km	0.00
			Orden 5	Km	0.00
PARAMETROS DE RELIEVE	Curva Hipsométrica			-	✓
	Polígono de Frecuencia			-	✓
	Altitud Máxima de la Cuenca			m.s.n.m.	4700
	Altitud Mínima de la Cuenca			m.s.n.m.	2300
	Desnivel total de la Cuenca			Km	2.40
	Altitud de Frecuencia Media			m.s.n.m.	3580
	Altitud Media de la Cuenca			m.s.n.m.	3510.2
	Altura Máxima del cauce			m.s.n.m.	4050
	Altura más frecuente			m.s.n.m.	4100-4300
	Pendiente de la cuenca (sist. del rectángulo equivalente)			%	10.78
PARAMETROS DE LA RED HIDROGRAFICA	Tipo de corriente			-	Perenne
	Densidad de drenaje			Km/Km2	0.57
	Pendiente media del río principal			m/m	0.0767
	Altura Máxima del cauce			m.s.n.m.	4050
	Altitud Mínima del cauce			m.s.n.m.	2300
	Tiempo de concentracion			Hr.	2.00

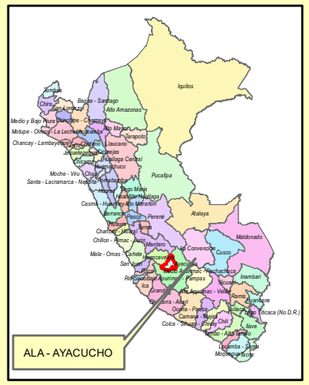
Página 1

UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



ALA AYACUCHO

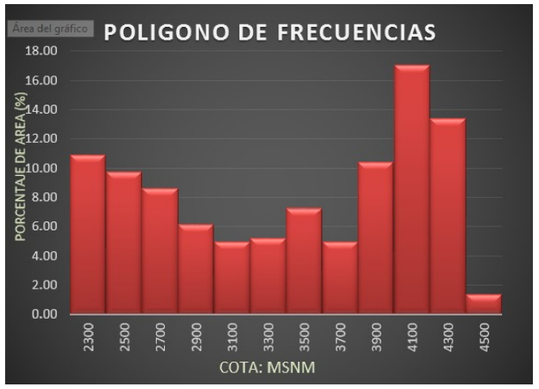


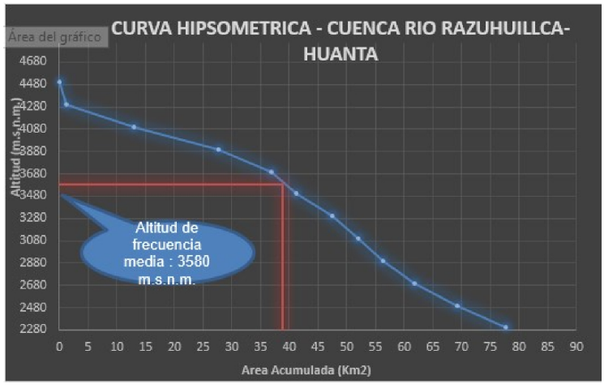
UBICACION POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU

CUADRO N° 4

TIEMPO DE CONCENTRACION (Tc)		
PARAMETROS DE LA CUENCA	UNIDAD	CUENCA DEL RIO RAZUHUILLCA
Area de la cuenca	Km²	87.24
Cota Máxima	msnm	4700
Cota Mínima	msnm	2300
Pendiente de la Cuenca	m/m	0.108
Desnivel del Curso Principal (H)	Km	2.40
Longitud del curso principal (L)	Km	22.82
Pendiente del Curso Princ. (S)	m/m	0.11
Desnivel Medio (Dm)	m	2400
Rugosidad (n)		0.35
GIANDIOTTI	Hr	1.83
HATHAWAY	Hr	2.70
KIRPICH	Hr	1.74
CALIFORNIA (U.S.B.R.)	Hr	1.75
Promedio	**Hr**	**2.00**
Desviación Estándar		**0.47**
Varianza		**0.22**
TIEMPO DE CONCENTRACION ASUMIDO	**Hr**	**2.00**





SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Rios
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Captacion
- Reservorio
- Bajo Riego
- Irrigable-Secano-Arborea-Eriazo

REGION AYACUCHO

PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

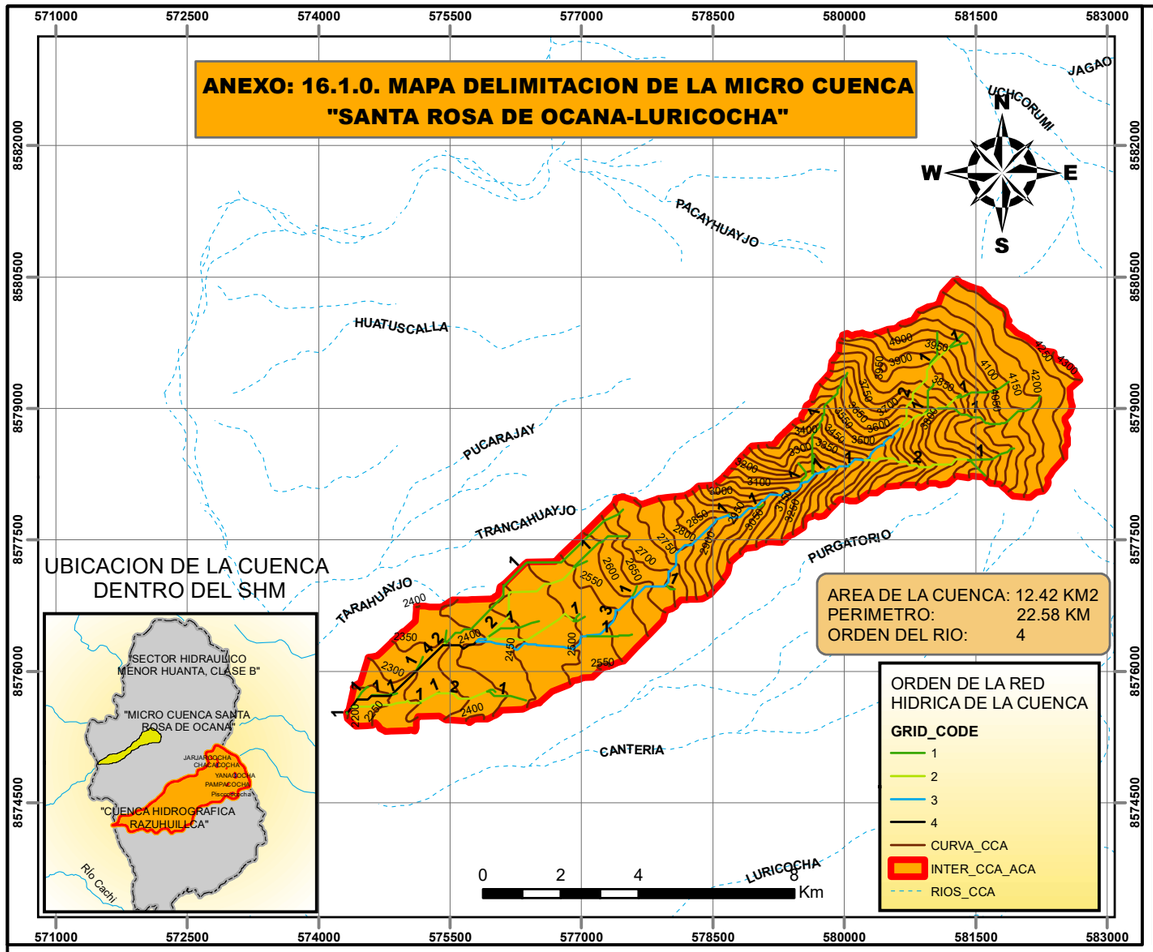
TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

Distritos; Provincia y Departamento: Huanta; Huanta - Ayacucho

Mapa Delimitacion de la Cuenca Hidrográfica :

"CUENCA HIDROGRAFICA RAZUHUILLCA - HUANTA"

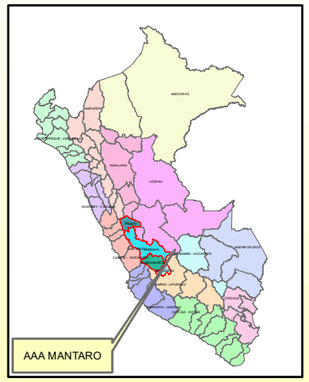
Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:120, 000	Lamina :	Anexo 16.2.0/16.0.0



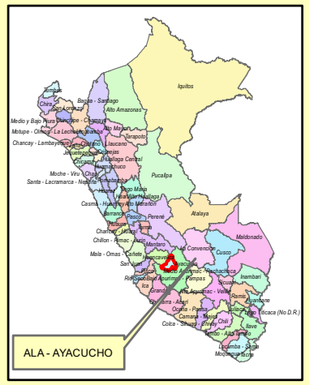
PARAMETROS				UNIDAD	MICRO CUENCA STA. ROSA DE OCANA
AREA DE LA CUENCA				Km^2	12.42
PERIMETRO				Km	22.58
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)		1	1.81
		FACTOR DE FORMA	Longitud (// al curso más largo)	Km	10.70
			Ancho Medio	Km	1.16
			Radio de Circularidad	1	0.31
			Densidad de Drenaje	km	2.33
			Factor de Forma	1	0.11
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km	10.06
			Lado Menor	Km	1.23
	Longitud total de los ríos de diferentes grados		Orden 1	Km	13.17
			Orden 2	Km	7.59
			Orden 3	Km	6.37
			Orden 4	Km	1.85
			Orden 5	Km	0.00
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.	2200
	Desnivel total de la Cuenca			Km	2.10
	Altitud de Frecuencia Media			m.s.n.m.	3080.88
	Altitud Media de la Cuenca			m.s.n.m.	3192.70
	Altura Máxima del cauce			m.s.n.m.	4050.00
	Altura más frecuente			m.s.n.m.	2375.04
	Pendiente de la cuenca (sist. del rectángulo equivalente)			%	20.88
PARAMETROS DE LA RED HIDROGRAFICA DE LA CUENCA	Tipo de corriente			-	Perenne
	Densidad de drenaje			Km/Km2	2.33
	Pendiente media del río principal			m/m (%)	17.29
	Altura Máxima del cauce			m.s.n.m.	4050
	Altitud Mínima del cauce			m.s.n.m.	2200
	Tiempo de concentracion			Hr.	0.99

UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



ALA AYACUCHO

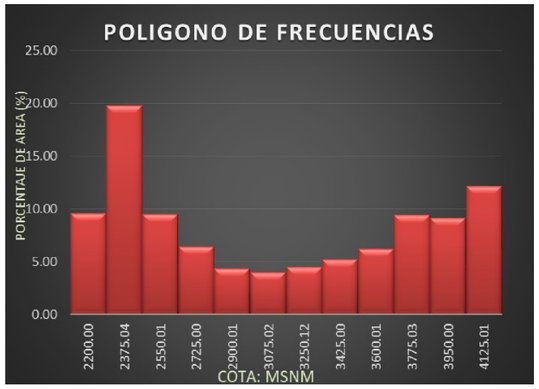


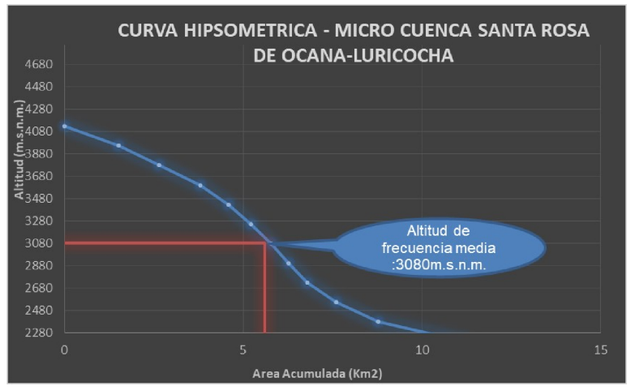
UBICACION POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU

TIEMPO DE CONCENTRACION (Tc)

PARAMETROS DE LA CUENCA	UNIDAD	CUENCA DEL RIACHUELO STA. ROSA DE OCANA
Area de la cuenca	Km^2	12.42
Cota Máxima	msnm	4300
Cota Mínima	msnm	2200
Pendiente de la Cuenca	m/m	0.209
Desnivel del Curso Principal (H)	Km	2.10
Longitud del curso principal (L)	Km	10.70
Pendiente del Curso Princ. (S)	m/m	0.20
Desnivel Medio (Dm)	m	2100
Rugosidad (n)		0.35
GIANDIOTTI	Hr	0.82
HATHAWAY	Hr	1.62
KIRPICH	Hr	0.75
CALIFORNIA (U.S.B.R.)	Hr	0.77
Promedio	**Hr**	**0.99**
Desviación Estándar		**0.42**
Varianza		**0.18**
TIEMPO DE CONCENTRACION ASUMIDO	**Hr**	**0.99**





SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Rios
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Captacion
- Reservorio
- Bajo Riego
- Irrigable-Secano-Arborea-Eriazo

REGION AYACUCHO

PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

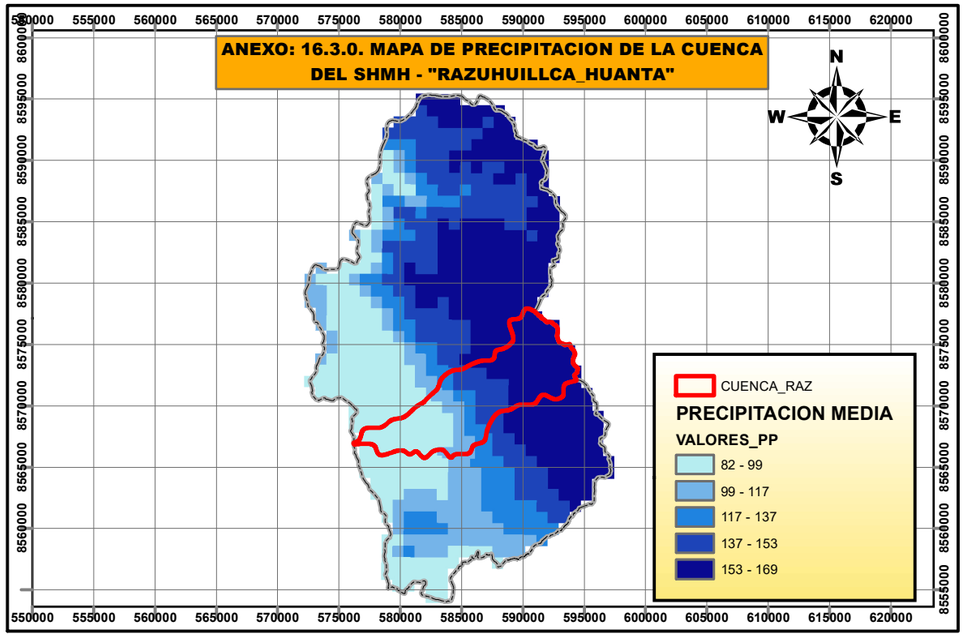
TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

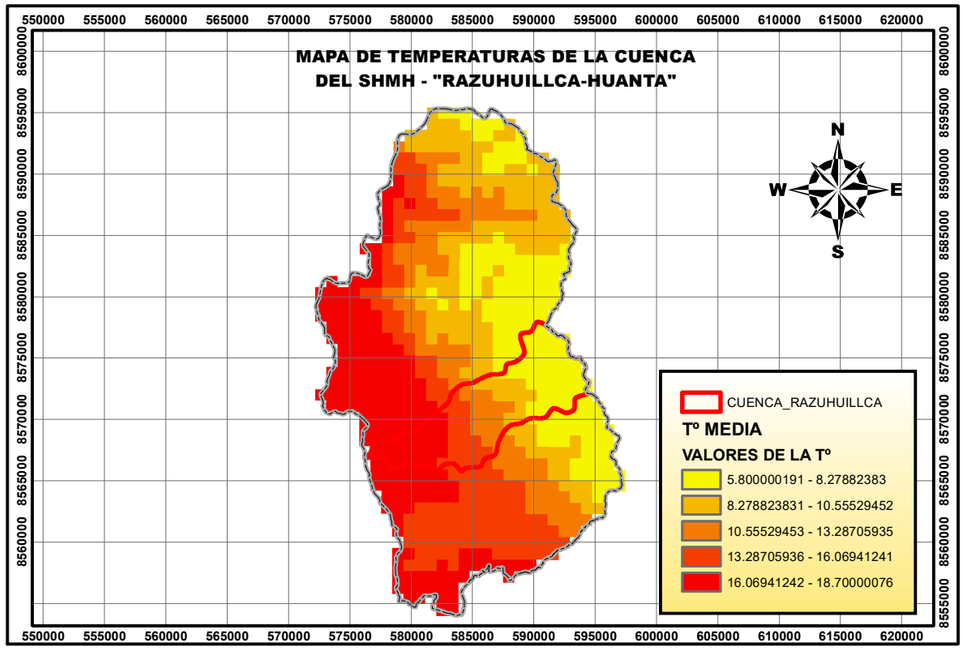
Distritos; Provincia y Departamento: Luricocha; Huanta - Ayacucho

Plano de la Cuenca Hidrografica :

"MICRO CUENCA SANTA ROSA DE OCANA-LURICOCHA"

Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:70, 000	Lamina :	16.1.0/16.0.0





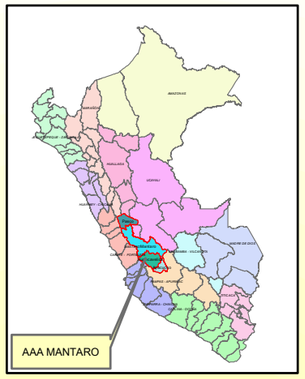
CALCULO BALANCE HIDRICO SUPERFICIAL DE LA CUENCA RAZUHUILLCA

MESES	PRECIPITACION (mm/mes)	TEMPERATURA ºc (prom/mes)	ETP (mm/mes)	BALANCE HIDRICO (MES)
ENERO	201.1	8.3	40.8	4.923786359
FEBRERO	212.4	8.2	40.2	5.284465661
MARZO	201.9	8.6	42.3	4.771651215
ABRIL	83.4	8.7	42.5	1.963109585
MAYO	40.9	6.8	33.4	1.224846182
JUNIO	15.5	6.5	31.8	0.485599547
JULIO	21.9	5.4	26.6	0.822798823
AGOSTO	32.9	7.4	36.3	0.906682089
SETIEMBRE	69.8	7.6	37.1	1.880296544
OCTUBRE	85.2	8.3	40.8	2.090514615
NOVIEMBRE	98.9	8.6	42.4	2.332136571
DICIEMBRE	150.4	8.4	41.3	3.638901827
TOTAL	1214.2	7.7	455.5	

Fuente: Elaboracion Propia (2017)

UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



ALA AYACUCHO

UBICACION POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Rios
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Captacion
- Reservorio
- Bajo Riego
- Irrigable-Secano-Arborea-Eriazo

REGION AYACUCHO

PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

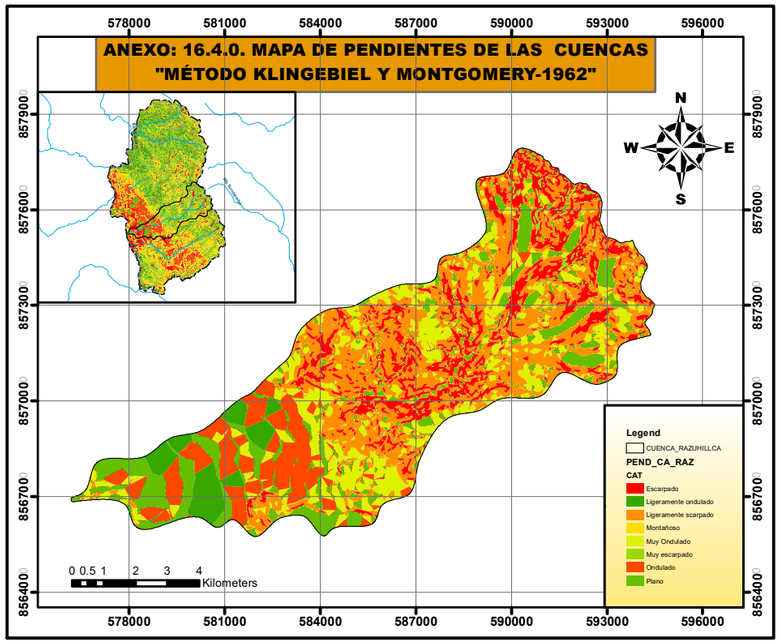
TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

Distritos; Provincia y Departamento: Luricocha; Huanta - Ayacucho

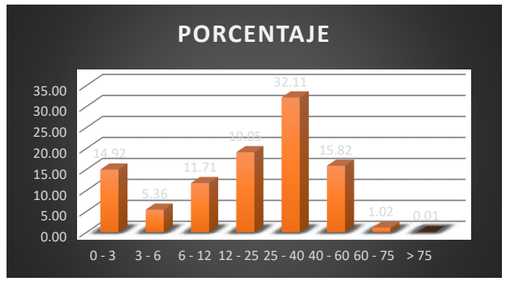
Mapa del Balance Hidrico de la Cuenca :

"BALANCE HIDRICO DE LA CUENCA RAZUHUILLCA-HUANTA"

Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:7, 000,000	Lamina :	Anexo 16.3.0/16.0.0

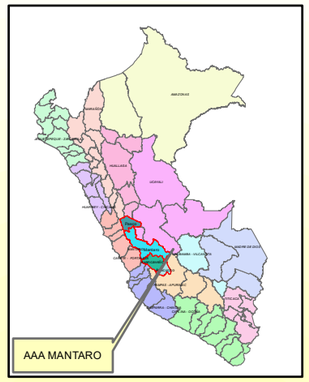


CUADRO DE CLASIFICACION DE PENDIENTES				
Fuente: Klingebiel y Montgomery (1962)				
GRADO	PORCENTAJE	DESCRIPCION	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
0 - 2	0 - 3	Plano	1290	14.92
2 - 3	3 - 6	Ligeramente ondulado	463.9	5.36
3 - 7	6 - 12	Ondulado	1012.32	11.71
7 - 14	12 - 25	Muy ondulado	1647.49	19.05
14 - 22	25 - 40	Ligeramente escarpado	2776.7	32.11
22 - 31	40 - 60	Escarpado	1368.39	15.82
31 - 37	60 - 75	Muy escarpado	88.45	1.02
> 37	> 75	Montañoso	0.96	0.01
TOTAL GENERAL:			**8648.21**	**100.00**

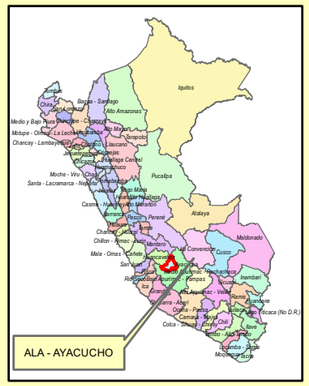


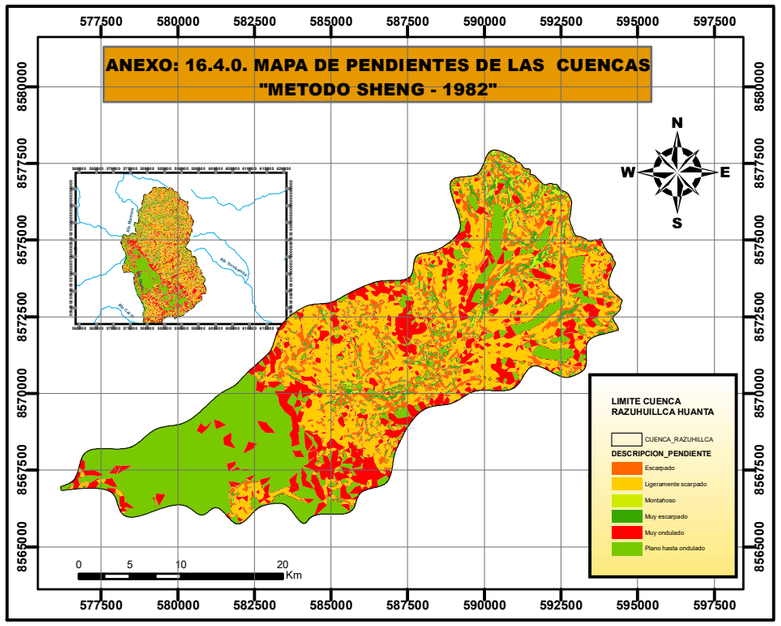
UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO

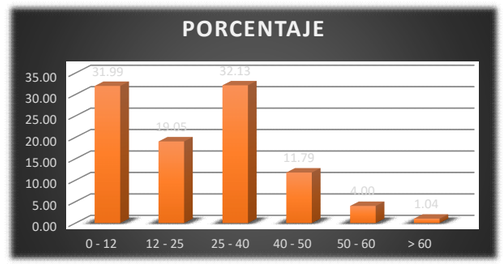


ALA AYACUCHO





CUADRO DE CLASIFICACION DE PENDIENTES				
Fuente: Sheng (1982)				
GRADO	PORCENTAJE	DESCRIPCION	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
0 - 7	0 - 12	Plano	2766.63	31.99
7 - 15	12 - 25	Ligeramente ondulado	1647.14	19.05
15 - 20	25 - 40	Ondulado	2778.87	32.13
20 - 25	40 - 50	Muy ondulado	1020.01	11.79
25 - 30	50 - 60	Ligeramente escarpado	345.57	4.00
> 30	> 60	Montañoso	90.05	1.04
TOTAL GENERAL:			8648.27	100.00



UBICACION POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Rios
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Captacion
- Reservorio
- Bajo Riego
- Irrigable-Secano-Arborea-Eriazo

REGION AYACUCHO

PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

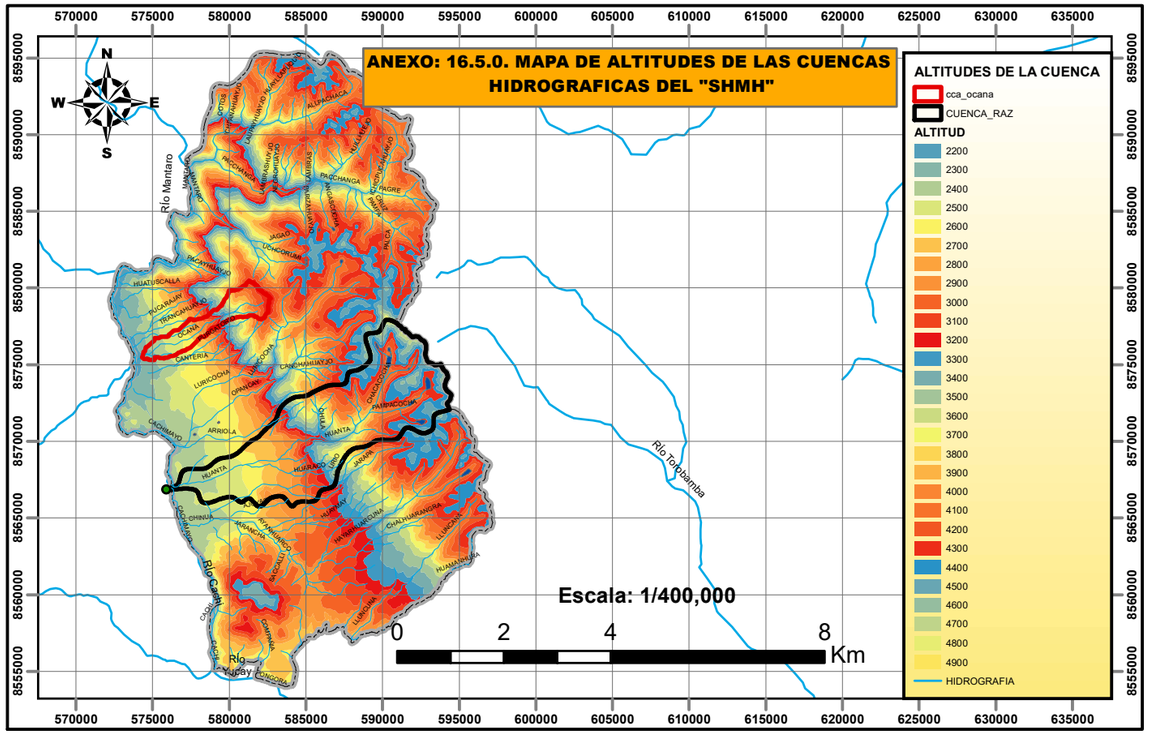
TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

Distritos; Provincia y Departamento: Luricocha; Huanta - Ayacucho

Mapa de Pendientes de la Cuenca :

"PENDIENTES DE LA CUENCA DEL SHMH RAZUHUILLCA-HUANTA"

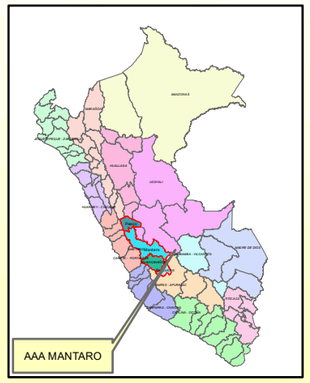
Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:200, 000	Lamina :	Anexo 16.4.0/16.0.0



CUADRO DE CLASIFICACION DE ALTURAS DE LA CUENCA			
Fuente: Elaboracion propia (2017)			
ORDEN	RANGO ALTURA (MSNM)	SUPERFCIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
1	2300	310.28	3.59
2	2400	606.05	7.01
3	2500	356.63	4.12
4	2600	435.34	5.04
5	2700	427.44	4.94
6	2800	398.11	4.60
7	2900	224.64	2.60
8	3000	242.06	2.80
9	3100	224.11	2.59
10	3200	234.45	2.71
11	3300	221.57	2.56
12	3400	248.99	2.88
13	3500	252.44	2.92
14	3600	273.87	3.17
15	3700	224.33	2.59
16	3800	222.83	2.58
17	3900	291.15	3.37
18	4000	485.04	5.61
19	4100	545.14	6.31
20	4200	709.08	8.20
21	4300	769.21	8.90
22	4400	567.17	6.56
23	4500	265.24	3.07
24	4600	75.17	0.87
25	4700	35.45	0.41
TOTAL GENERAL:		8645.79	100.00

UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

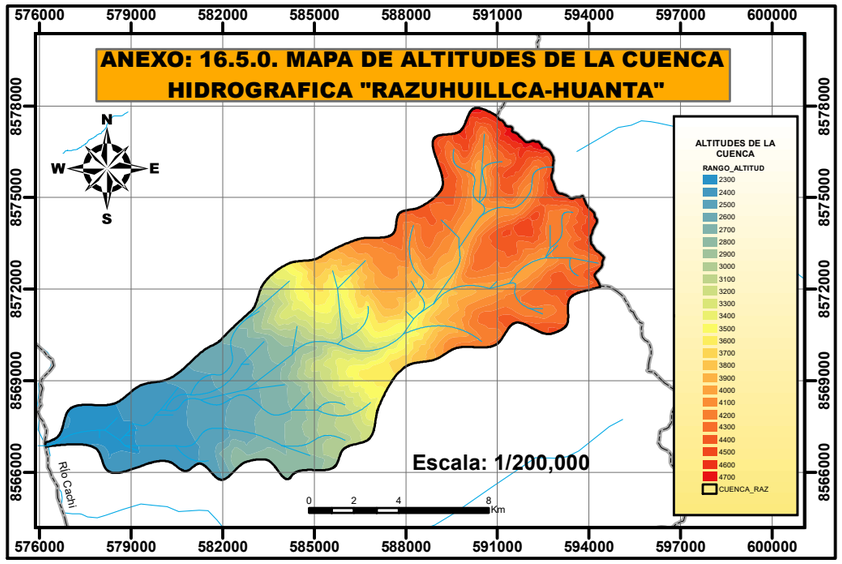
AAA MANTARO

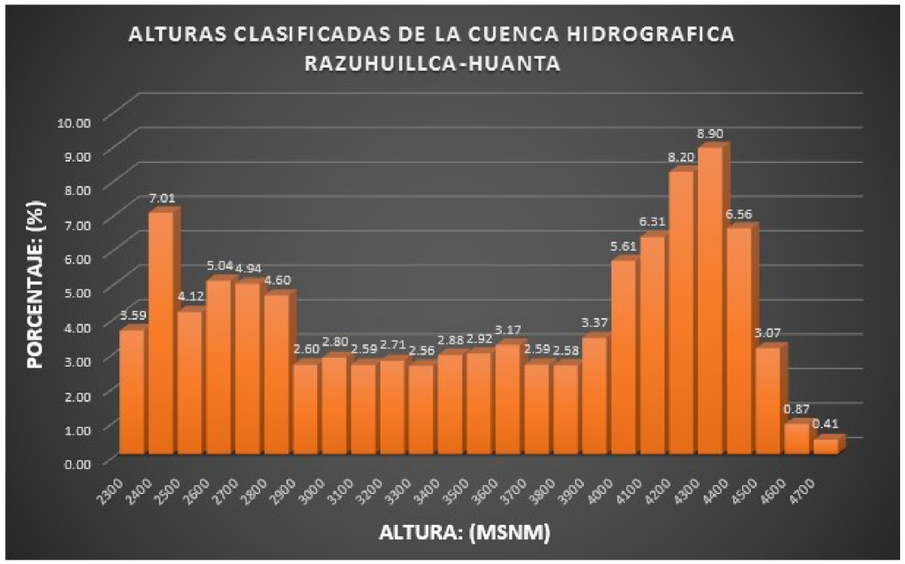


ALA AYACUCHO

UBICACION POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU





SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Rios
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

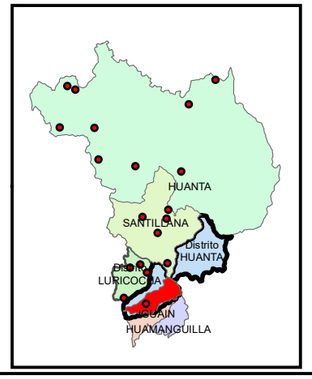
INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Captacion
- Reservorio
- Bajo Riego
- Irrigable-Secano-Arborea-Eriazo

REGION AYACUCHO

PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

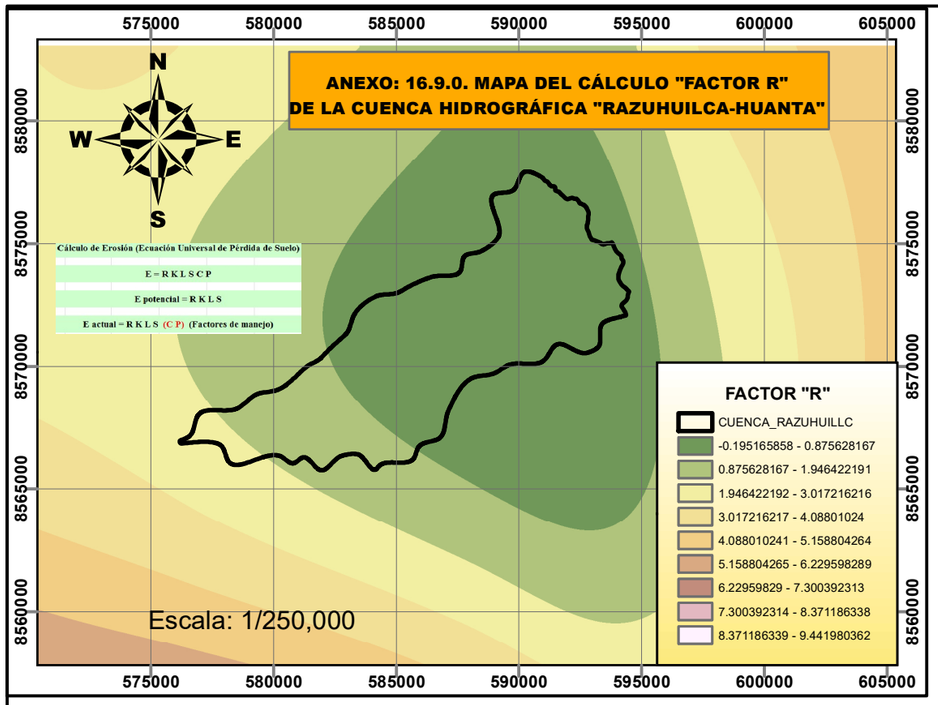
TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

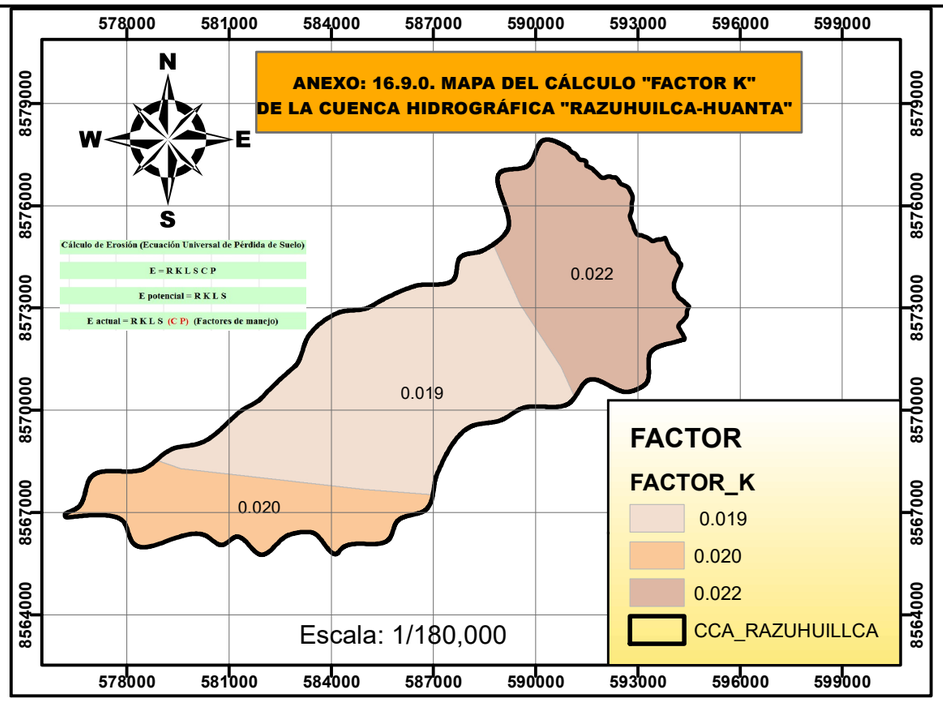
Distritos; Provincia y Departamento: Huanta; Huanta - Ayacucho

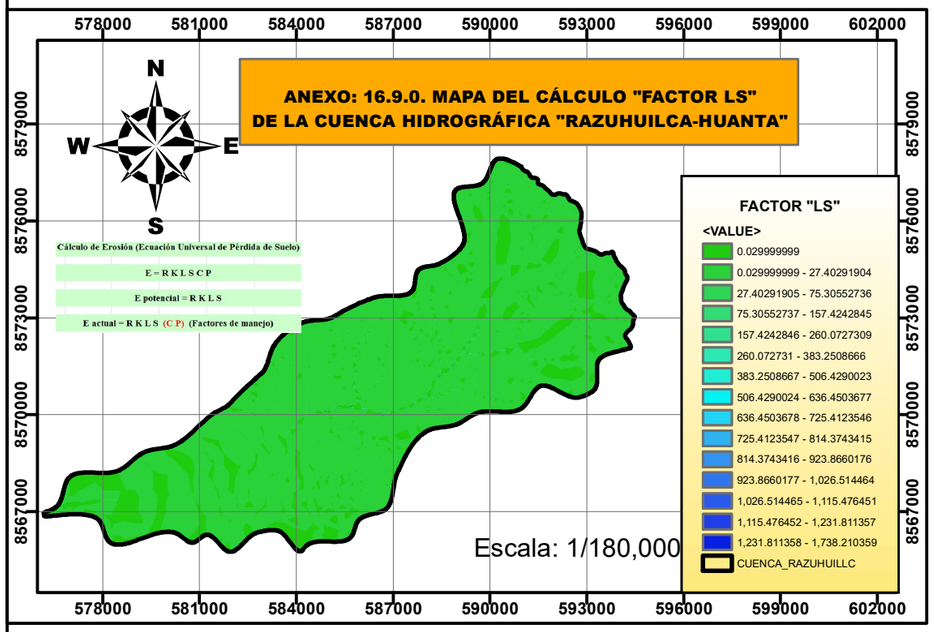
Mapa de Altitudes de la Cuenca Hidrografica :

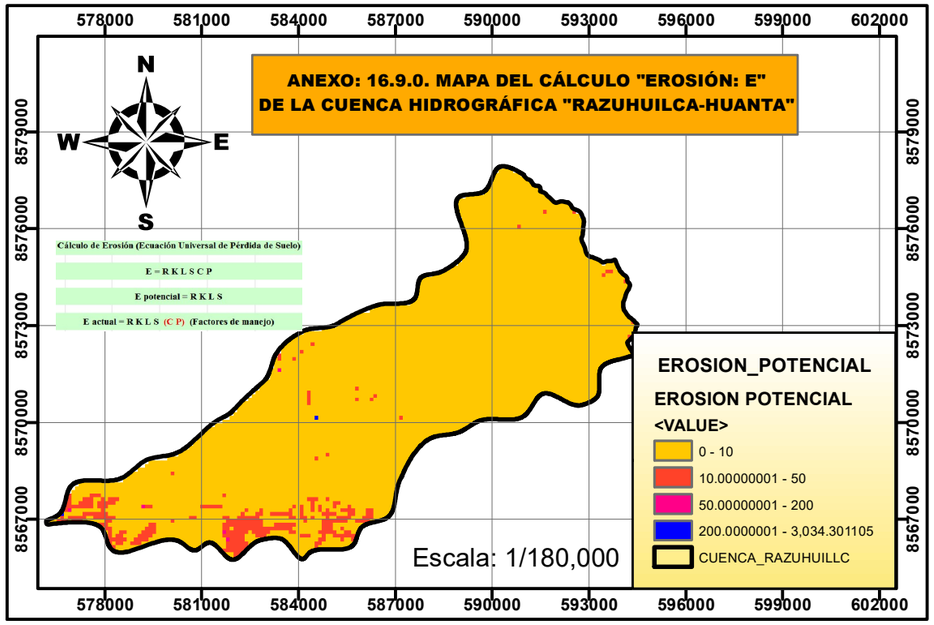
"ALTITUDES DE LA CUENCA HIDROGRAFICA RAZUHUILLCA - HUANTA"

Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	INDICADA	Lamina :	Anexo 16.5.0/16.0.0



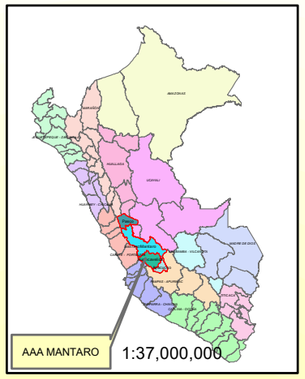






UBICACIÓN GEOGRÁFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



ALA AYACUCHO

UBICACIÓN POLÍTICA

AYACUCHO EN EL PERU

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Rios
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Captacion
- Reservorio
- Bajo Riego
- Irrigable-Secano-Arborea-Eriazo

REGION AYACUCHO

PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

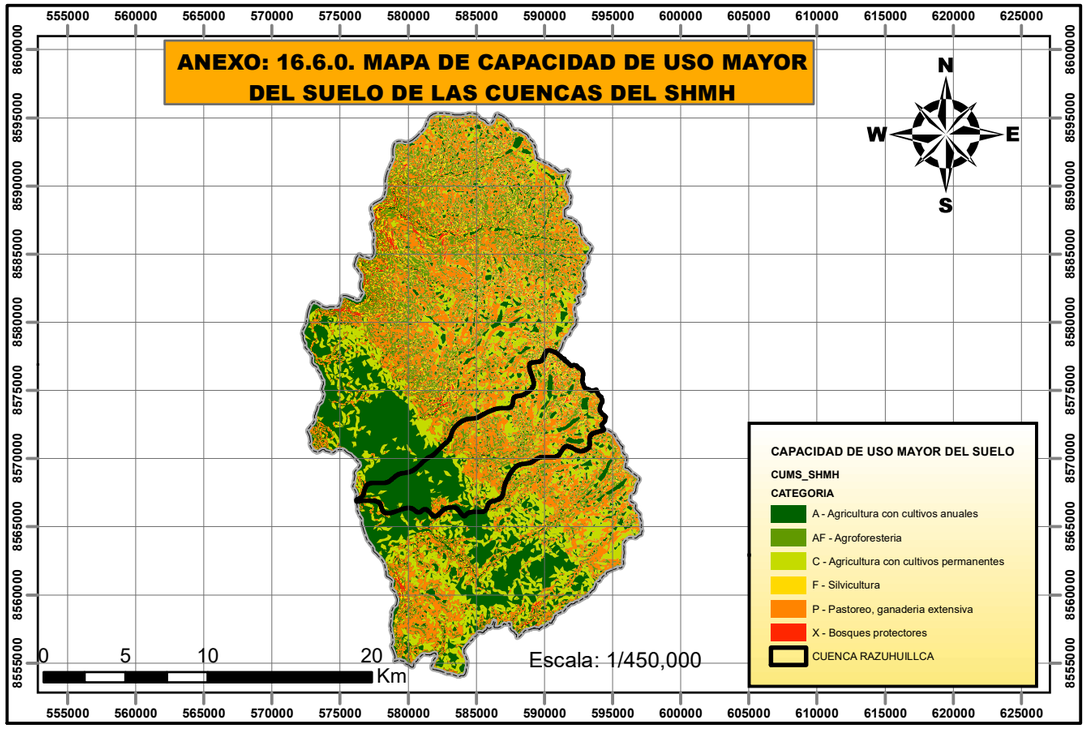
TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

Distritos; Provincia y Departamento: Luricocha; Huanta - Ayacucho

Analisis de Erosion del Suelo :

"MAPA DE ANALISIS DE EROSION DE LA CUENCA RAZUHUILLCA"

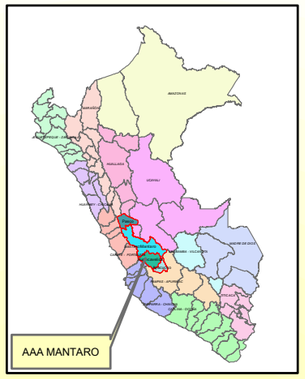
Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:150, 000	Lamina :	Anexo 16.9.0/16.0.0



CUADRO DE CAPACIDAD USO DEL SUELO				
Fuente: Tosi y Sheng (1981)				
GRADO	PORCENTAJE	DESCRIPCION	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
A	< 12	Agricultura con cultivos anuales	2766.63	31.99
C	12 - 25	Agricultura con cultivos permanentes	1647.14	19.05
P	25 - 40	Pastoreo, Ganaderia extensiva	2778.87	32.13
AF	40 - 50	Agroforesteria	1020.01	11.79
F	50 - 60	Silvicultura	345.57	4.00
X	> 60	Bosque protectores	90.05	1.04
TOTAL GENERAL:			8648.27	100.00

UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

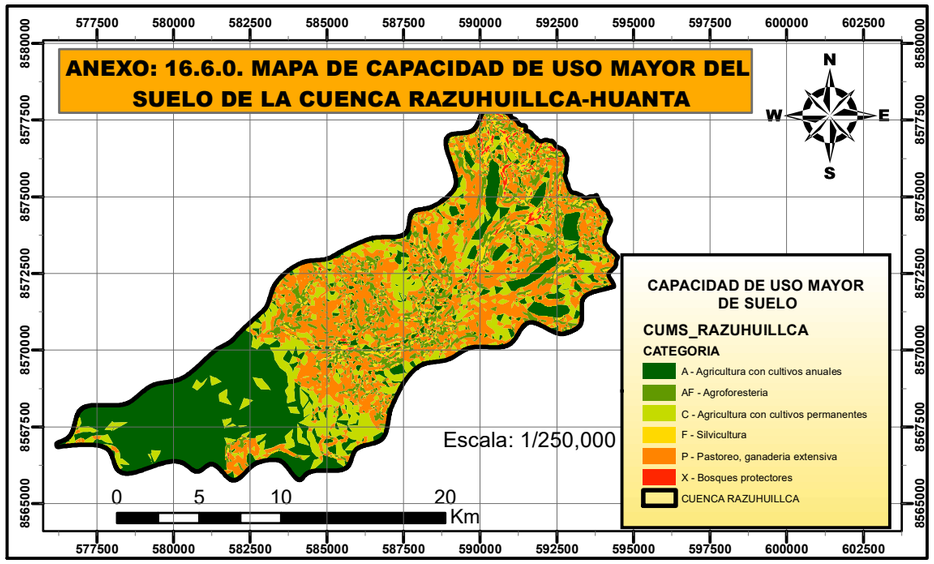
AAA MANTARO



ALA AYACUCHO

UBICACION POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU



SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Rios
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Captacion
- Reservorio
- Bajo Riego
- Irrigable-Secano-Arborea-Eriazo

REGION AYACUCHO

PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

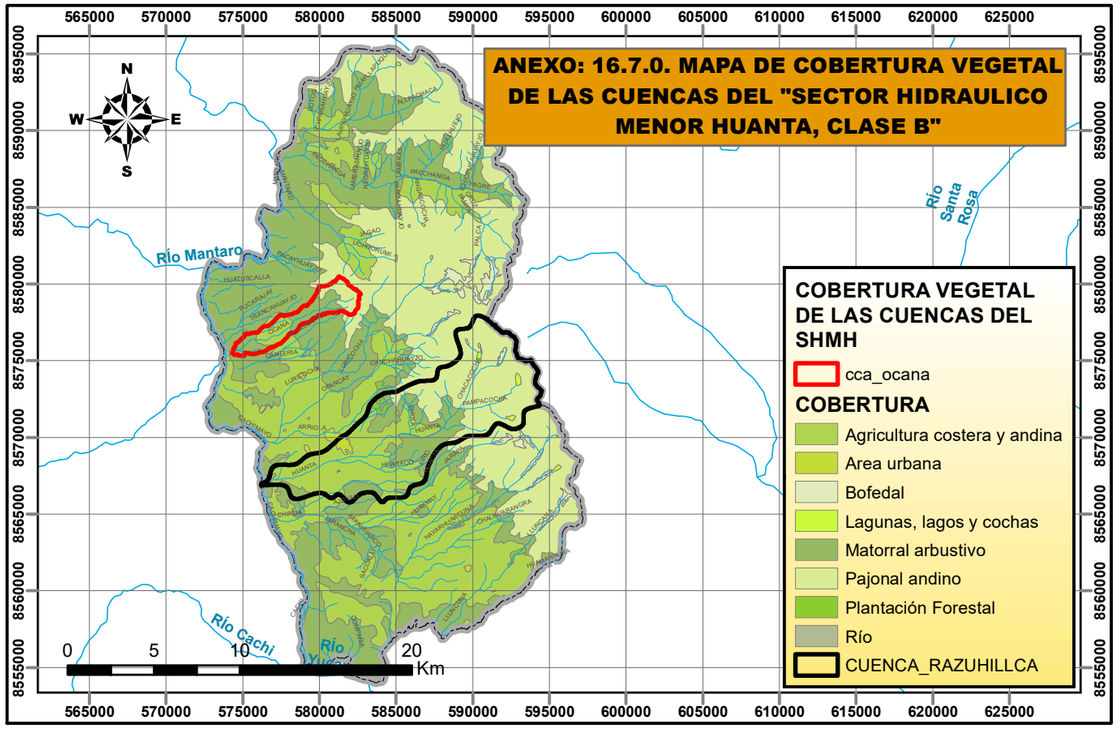
TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

Distritos; Provincia y Departamento: Luricocha; Huanta - Ayacucho

Mapa de Uso Mayor del Suelo:

"USO MAYOR DEL SUELO DE LAS CUENCA RAZUHUILLCA-HUANTA"

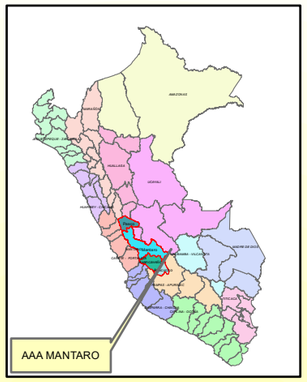
Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:250, 000	Lamina :	Anexo 16.6.0/16.0.0



CUADRO DE CLASIFICACION DE COBERTURA VEGETAL			
Fuente: MINAM (2015)			
SIMBOLOGIA	COBERTURA VEGETAL	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
ACA	Agricultura costera y andina	2939.48	33.99
AU	Area urbana	84.32	0.97
B	Bofedal	30.91	0.36
LLC	Lagunas, lagos y cochas	75.08	0.87
MA	Matorral arbustivo	1700.82	19.66
PA	Pajonal andino	3735.64	43.19
PF	Plantación Forestal	82.78	0.96
TOTAL GENERAL:		8649.03	100.00

UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

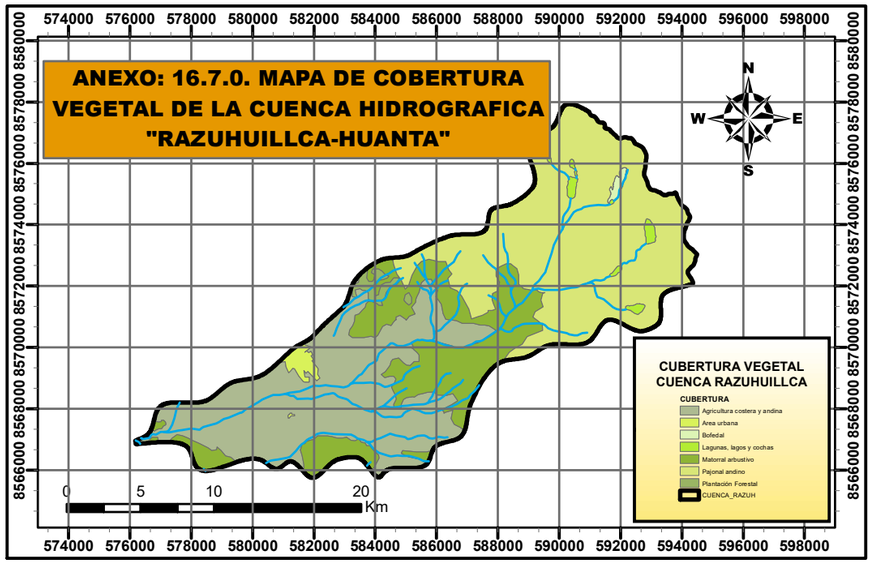
AAA MANTARO

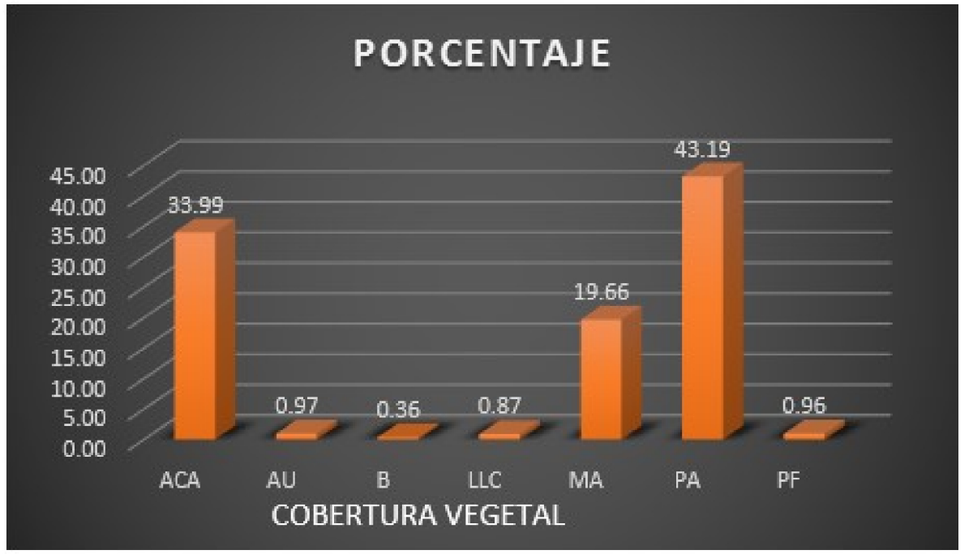


ALA AYACUCHO

UBICACION POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU





SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Rios
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Captacion
- Reservorio
- Bajo Riego
- Irrigable-Secano-Arborea-Eriazo

REGION AYACUCHO

PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA

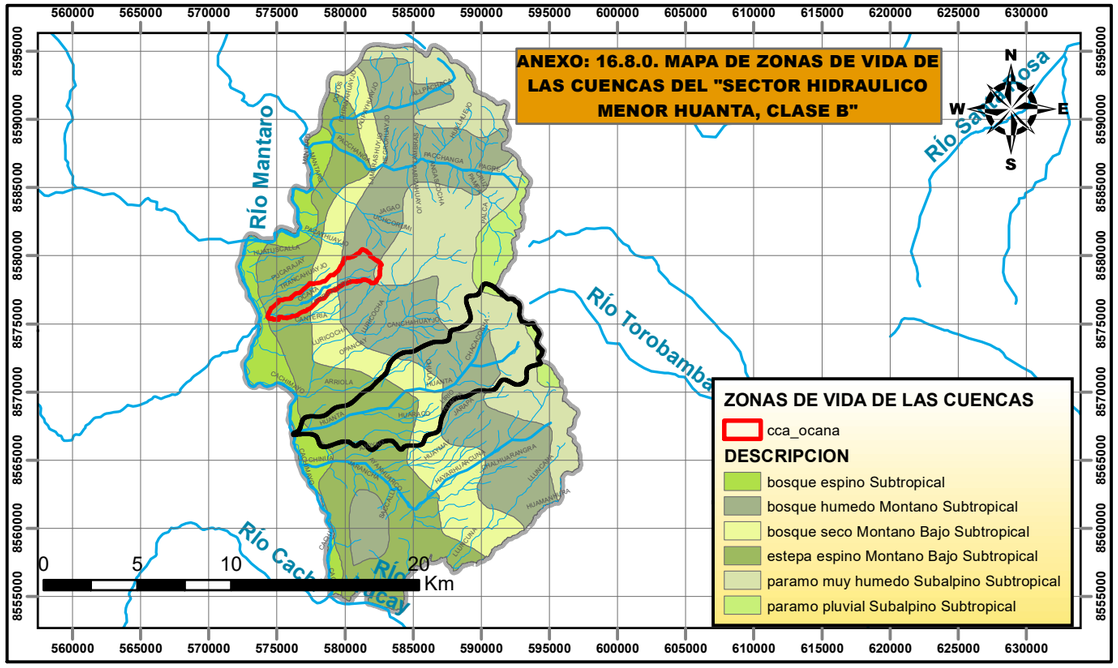
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

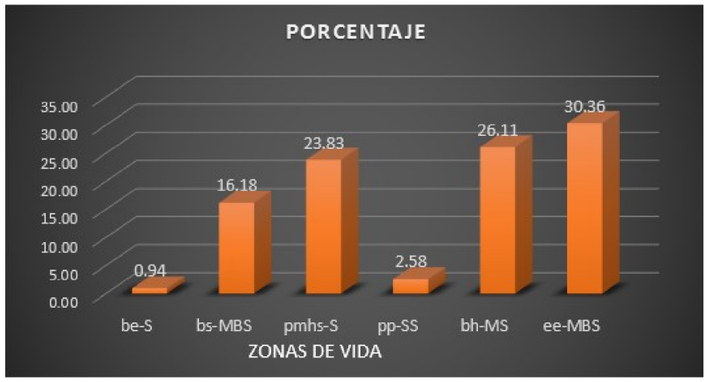
TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

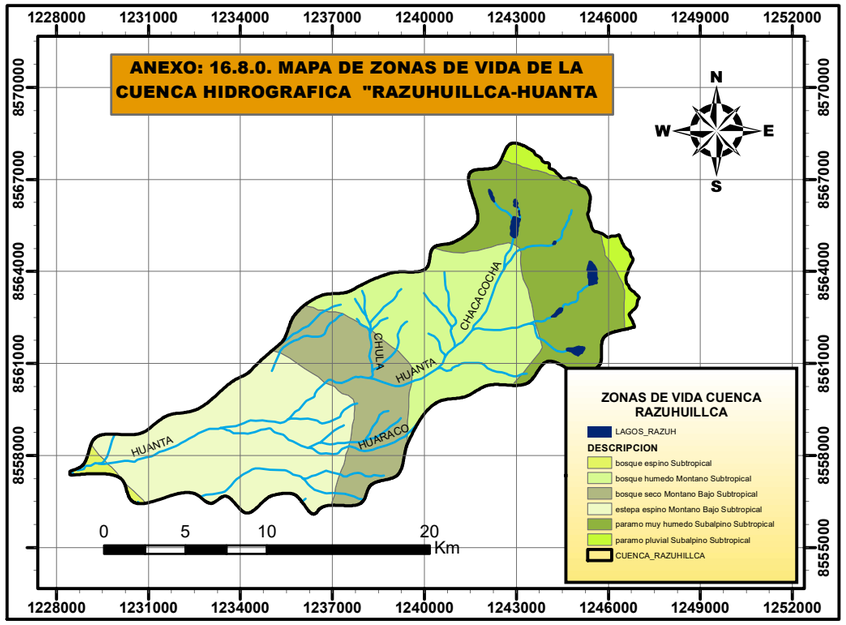
Distritos; Provincia y Departamento: Huamanguilla, Iguain, Huanta,Luncocha; Chaka, Santillana; Huanta - Ayacucho

Mapa de Cobertura Vegetal de las Cuencas :
"COBERTURA VEGETAL DE LA CUENCA HIDROGRAFICA RAZUHUILLCA-HUANTA"

Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:400, 000	Lamina :	Anexo16.7.0/16.0.0







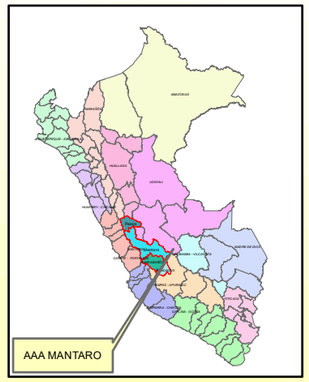
CUADRO DE CLASIFICACION DE LAS ZONAS DE VIDA DE LA CUENCA RAZUHUILLCA-HUANTA

Fuente:INRENA (1995)

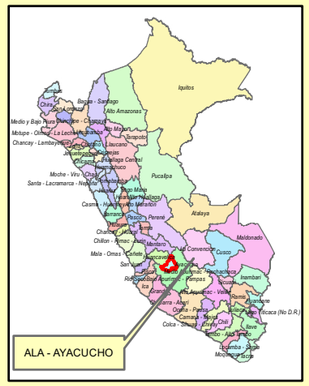
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION ZONAS DE VISA	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
be-S	bosque espino Subtropical	82.51	0.94
bs-MBS	bosque seco Montano Bajo Subtropical	1418.56	16.18
pmhs-S	paramo muy humedo Subalpino Subtropical	2088.43	23.83
pp-SS	paramo pluvial Subalpino Subtropical	225.94	2.58
bh-MS	bosque humedo Montano Subtropical	2288.23	26.11
ee-MBS	estepa espino Montano Bajo Subtropical	2661.2	30.36
TOTAL GENERAL:		8764.87	100.00

UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



ALA AYACUCHO



UBICACION POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Rios
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Captacion
- Reservorio
- Bajo Riego
- Irrigable-Secano-Arborea-Eriazo

REGION AYACUCHO

PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

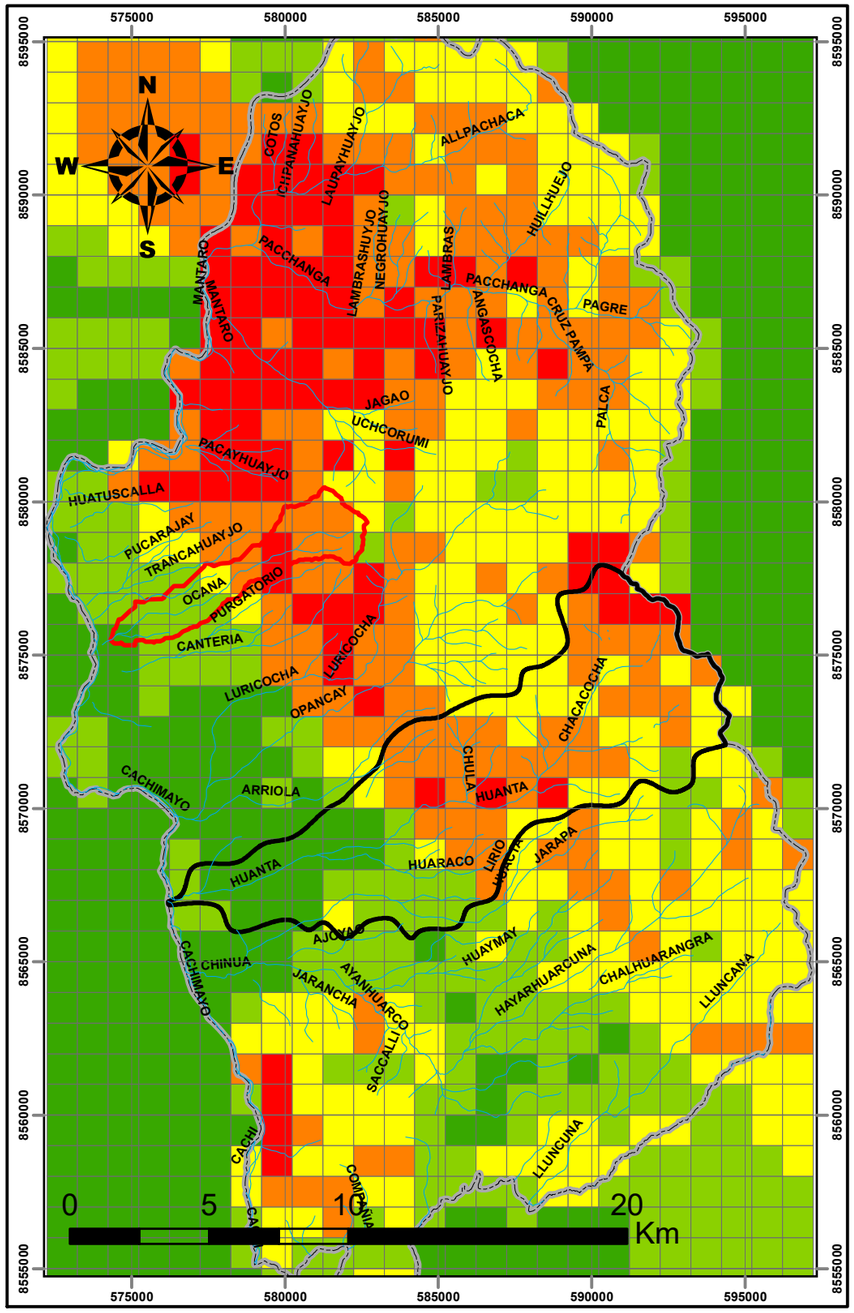
Distritos, Provincia y Departamento: Huamanguilla, Iguain, Huanta,Luricocha; Chaka, Santillana; Huanta - Ayacucho

Mapa de Zonas de Vida de las Cuencas :

"ZONAS DE VIDA DE LA CUENCA HIDROGRAFICA RAZUHUILLCA-HUANTA"

Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:450, 000	Lamina :	Anexo 16.8.0/16.0.0

ANEXO: 16.10.0. MAPA DE RIESGOS DE EROSION DEL SUELO DE LAS CUENCAS DEL SHMH



LIMITE CUENCA RAZUHUILLCA - HUANTA

- cca_ocana
- CUENCA_RAZUHILLCA

cca_ocana

RANGO PRO. EROSION

- 7 - 127: < 300
- 127 - 257: < 300
- 257 - 396: 301 - 500
- 396 - 570: 501 - 1000
- 570 - 962: 501 - 1000

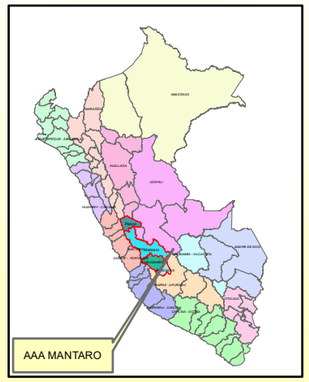
CUADRO DE CLASIFICACION DE RIESGOS SEGÚN LA PROFUNDIDAD DE EROSION DE LAS CUENCAS DEL SHMH

Fuente: YILLAR, UNMSM (2017)

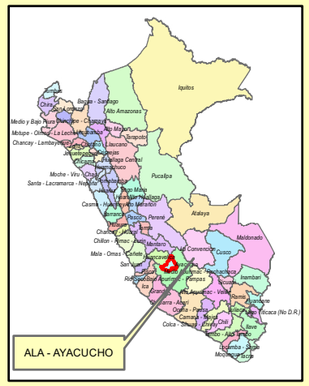
ORDEN	CLASIFICACION DE LA PROFUNDIDAD DE EROSION	RANGO	CANTIDAD AREAS AFECTADAS	SUPERFCIE AFECTADAS (Ha)	PORCENTAJE AREA AFECTADA (%)
1	Muy bajo	< 300	584	58400	55.62
2	Bajo	301-500	312	31300	29.81
3	Medio	501 - 1000	153	15300	14.57
4	Alto	1001 - 1500	0	0	0.00
5	Muy alto	> 1500	0	0	0.00
TOTAL GENERAL:				105000	100.00

UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



ALA AYACUCHO



UBICACION POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Rios
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Captacion
- Reservorio
- Bajo Riego
- Irrigable-Secano-Arborea-Eriazo

REGION AYACUCHO

PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

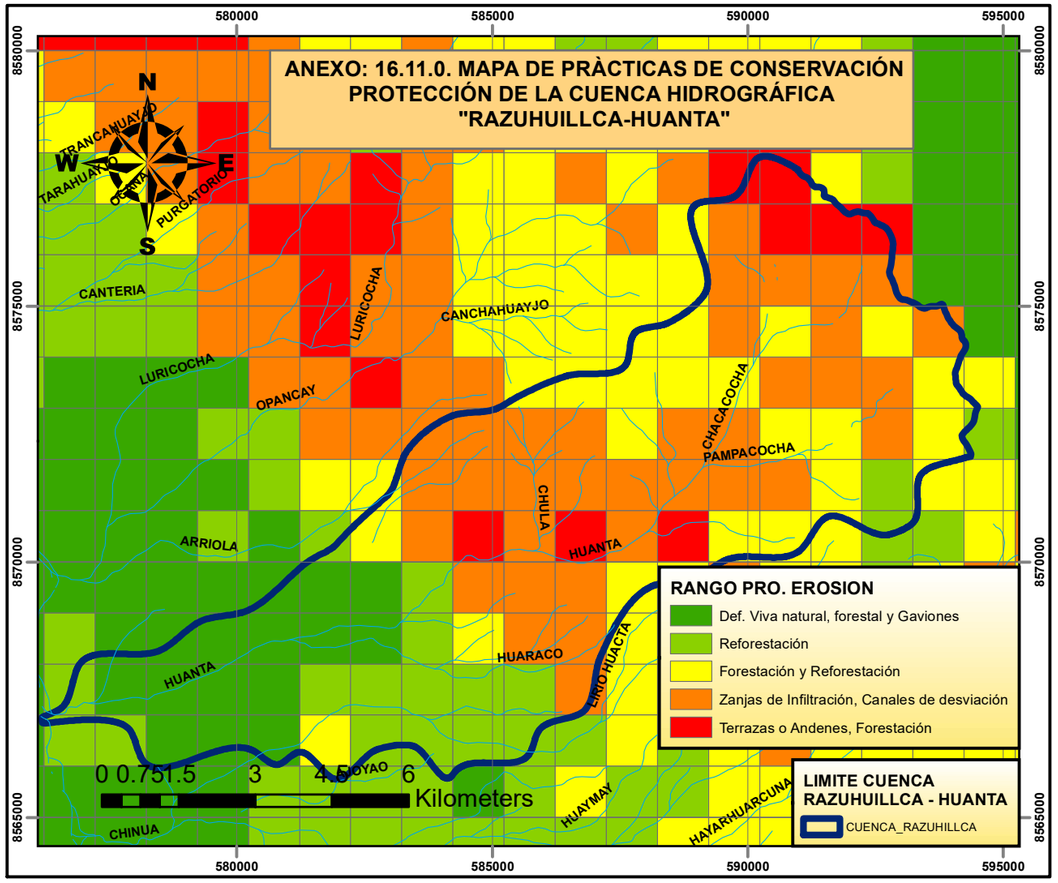
TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

Distritos; Provincia y Departamento: Luricocha; Huanta - Ayacucho

Mapa deRiesgos de Erosion en las Cuencas:

"RIESGO DE EROSION EN LAS CUENCAS DEL SHMH"

Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:200, 000	Lamina :	Anexo 16.10.0/16.0.0



CUADRO DE DE RECOMENDACIÓN DE OBRAS DE CONSERVACION Y PROTECCIÓN EN LA CUENCA HIDROGRAFICA "RAZUHUILLCA-

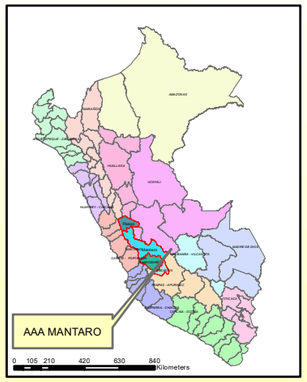
Fuente: Elaboracion propia, 2017, apartir de los datos obtenidos de la Mapa de Pendientes - Riesgos.

RANGO DE PELIGRO DE EROSIÓN Y DESLIZAMIENTO	FUESTES DE ESTUDIO	RANGO PENDIENTE (%)	AREA QUE REQUIERE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN Y TRATAMIENTO	MEDIDAD DE PREVENCIÓN Y CONTROL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA RAZUHUILLCA	CARACTERISTICAS DE SU DISEÑO	PORCENTAJE DE AREA A CONSERVAR
Muy alto	Mapa de pendientes y mapa riesgos de erosion	> 60%	637.15	- Contruccion de terrazas o andenes, en plataformas continua y escalonada en las laderas y superficies inclinadas, seguida de forestacion y reforestacion, con especies nativa como son, Cabuya o mague (Agave scabra).	- Con fines tecnicos, los andenes tendran una longitud que ocilara entre 40 y 100 m, por un ancho que va desde 1,5 a 20 m, los muros de las terrazas tendran 0,5 y 2 m de altura llegando ocacional mente a 3 m, que tendran tres estratos (piedras, grava y tierra agricola), este ultimo tendra una capa de 0.7 m, la - forestacion se realizara a un distanciamiento de 2.5 m, por encima de las terrazas.	9.20
Alto	Mapa de pendientes y mapa riesgos de erosion	40 - 50%	2964.04	- Construccion de zanjas de infiltracion en lugares donde hay viviendas y terrenos agricolas y canales de desviacion en lugares donde existen obras e infraestructuras, terrenos de cultivos, y viviendas	- El diseños del canal de desviacion dependera del caudal del agua acumulada de la zona, velocidad de escurriemiento, area de drenaje, la pendiente, rugosidad y forma del canal, - para el diseño de zanjas de infiltracion capacidad de al,macenamiento (l/ml)	42.80
Medio	Mapa de pendientes y mapa riesgos de erosion	25 - 40%	1976.17	- Forestacion y reforestacion utilizando planta y arboles nativos de la zona: molle(Schinus molle), cabuya o maguey (Agave scabra), penca o tunal (Opuntia ficus-indica)	- El sistema de plantacion, sera el sistema cuadrada debido aque en la zona se realizaa actividades agricola, el distanciamiento entre plantas sera de 2.5 m aproximada mente.	28.54
Muy bajo	Mapa de pendientes y mapa riesgos de erosion	12 - 25%	1347.44	- Defensas vivas naturales, en cauce y rivera del rio Huanta (Razuhuillca), en ambas margenes del rio. - Defenza viva forestal, se realice plantaciones de arbustos y arboles de raices profundas, en sectores criticos como complemento a las estructuras o defenza artificial. - Gaviones, en cauces y riveras del rio Huanta, en zonas donde las poblaciones colindan con el cauce.(Uyuvirca, Espiritu Bajo, Pampachacra, Chacco)	- Para la plantaciondе defenzas vivas, se mantenga un ancho entre 30 - 40 m. - Para defenzas vivas forestal, se mantenga un ancho entre 10 - 30 m. - Ga viones permanece siempre la relacion altura/ancho 1:1; ?suelo=1800 kg/m3; ?piedra= 2800 kg/me; σsuelo=2 kg/m2; θ=30º	19.46
TOTAL EN RIESGO POTENCIAL (HA)			6924.80			100

Fuente: Vásquez (2016); Pastor (2009)

UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



ALA AYACUCHO

UBICACION POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU

CUADRO DE CLASIFICACION DE PENDIENTES

Fuente: Sheng (1982)

GRADO	PORCENTAJE	DESCRIPCION	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
0 - 7	0 - 12	Plano	2766.63	31.99
7 - 15	12 - 25	Ligeramente ondulado	1647.14	19.05
15 - 20	25 - 40	Ondulado	2778.87	32.13
20 - 25	40 - 50	Muy ondulado	1020.01	11.79
25 - 30	50 - 60	Ligeramente escarpado	345.57	4.00
> 30	> 60	Montañoso	90.05	1.04
TOTAL GENERAL:			8648.27	100.00

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Rios
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

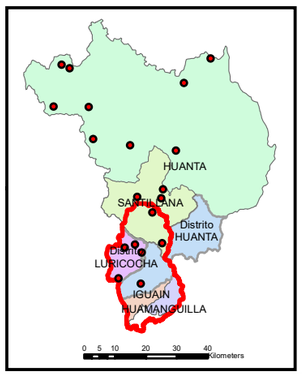
INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Captacion
- Reservorio
- Bajo Riego
- Irrigable-Secano-Arborea-Eriazo

REGION AYACUCHO

PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

Distritos; Provincia y Departamento: Luricocha; Huanta - Ayacucho

Mapa dePracticas de Conservacion y Proteccion en la Cuenca:
"PRACTICAS DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA RAZUHUILLCA-HUANTA"

Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:100, 000	Lamina :	Anexo 16.11.0/16.0.0

ANEXO: 17.1.0. PLANO DEL SECTOR HIDRAULICO MENOR HUANTA CLASE - B

COMISIONES SSH

comision_hta

COMISIONES

- ALLPACHAKA
- CACHI HUANTA
- CCANCCEMOLINO IGUAIN
- CHINCHAYSUYO
- HUANCAYOCC - HUAMANCCACCA
- HUAYLLAY
- LLUNCUNA ANTA
- LURICOCHA
- NO CONSTITUIDO
- OCANA PACCAYHUAYCCO
- OPANCCAY
- PAQCHANCCA
- PISCCOCCOCHA CCARAPA
- RAZUHUILLCA
- TOMAPATA SILVERACUCHO
- YUNGAYLLU PAHUANACUCHO

SUBSECTORES HIDRAULICOS

SUBSECTORES

- ALLPACHAKA
- CACHI HUANTA
- CCANCCEMOLINO IGUAIN
- CHINCHAYSUYO
- HUAYLLAY
- LLUNCUNA ANTA
- LURICOCHA
- NO CONSTITUIDO
- OCANA PACCAYHUAYCCO
- OPANCCAY
- PAQCHANCCA
- PISCCOCCOCHA CCARAPA
- RAZUHUILLCA

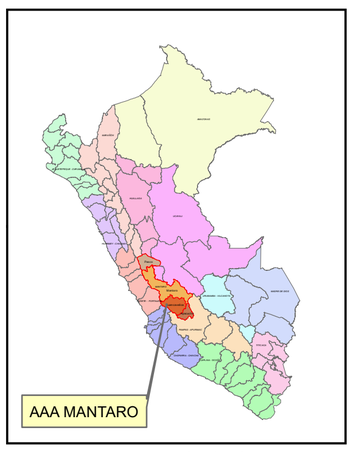
SECTOR HIDRAULICO MENOR HUANTA, CLASE B

- SHMH_B
- lim_comites_ssh

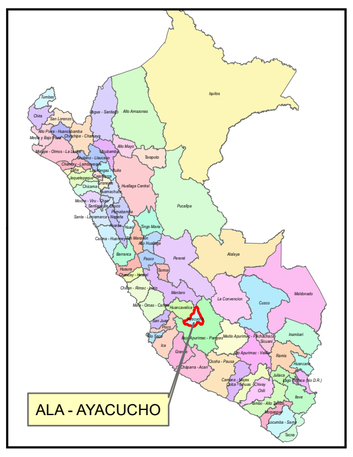
0 1 2 4 6 8 Kilometers

UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



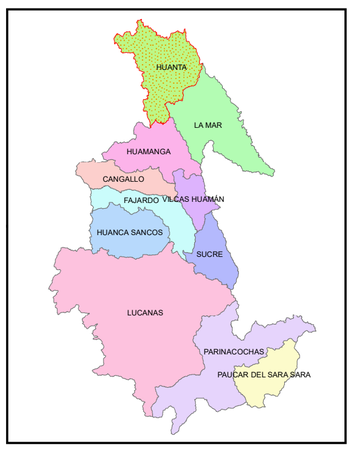
ALA AYACUCHO



UBICACION POLITICA

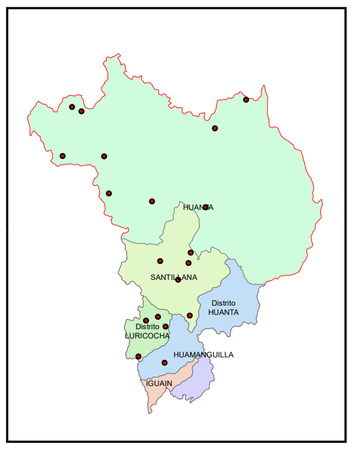
AYACUCHO EN EL PERU

REGION AYACUCHO



PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA



SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Via Ferroviaria
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Ríos
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Reservorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

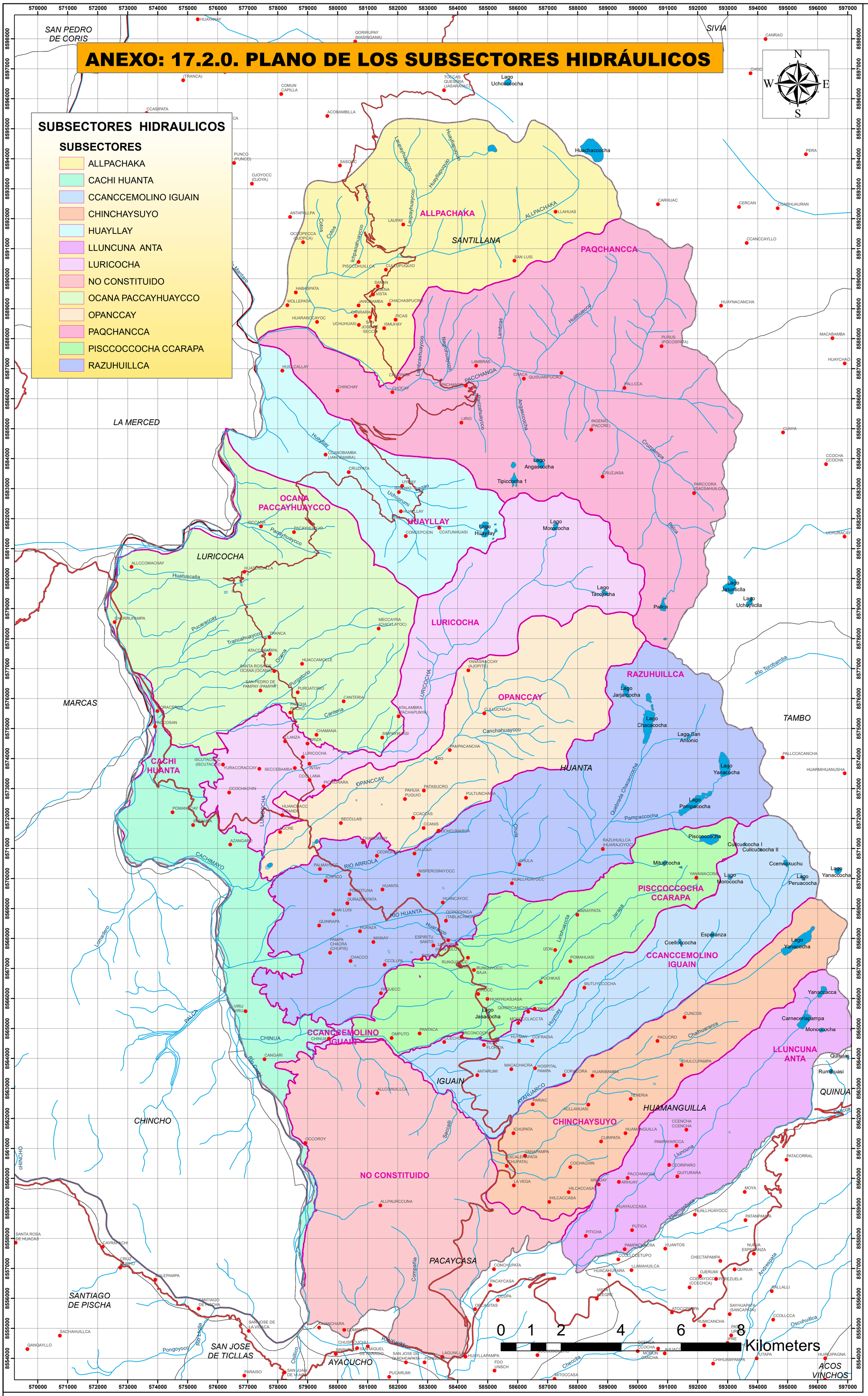
Distritos; Provincia y Departamento: Huamanguilla, iguain, Huanta, Luricocha, Chaka y Santillana; Huanta - Ayacucho

Plano del Sector Hidraulico :

"SECTOR HIDRAULICO MENOR HUANTA - CLASE B"

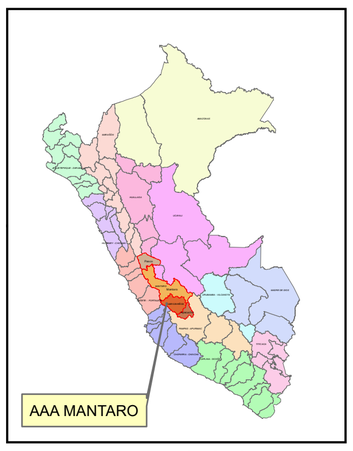
Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:62, 990	Lamina :	Anexo 17.1.1/17.0.0

ANEXO: 17.2.0. PLANO DE LOS SUBSECTORES HIDRÁULICOS

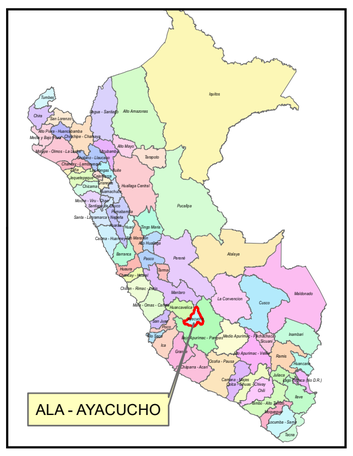


UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



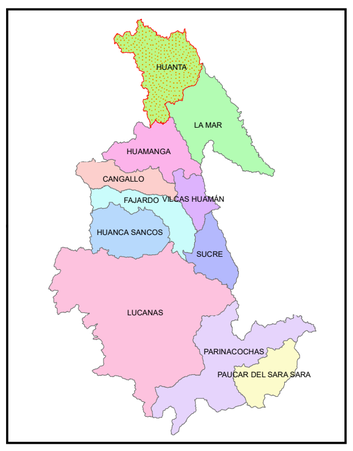
ALA AYACUCHO



UBICACION POLITICA

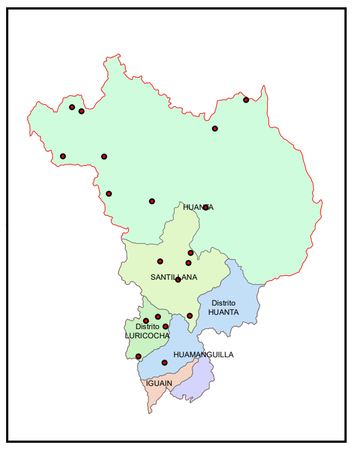
AYACUCHO EN EL PERU

REGION AYACUCHO



PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA



SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Via Ferroviaria
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Ríos
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Reservorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

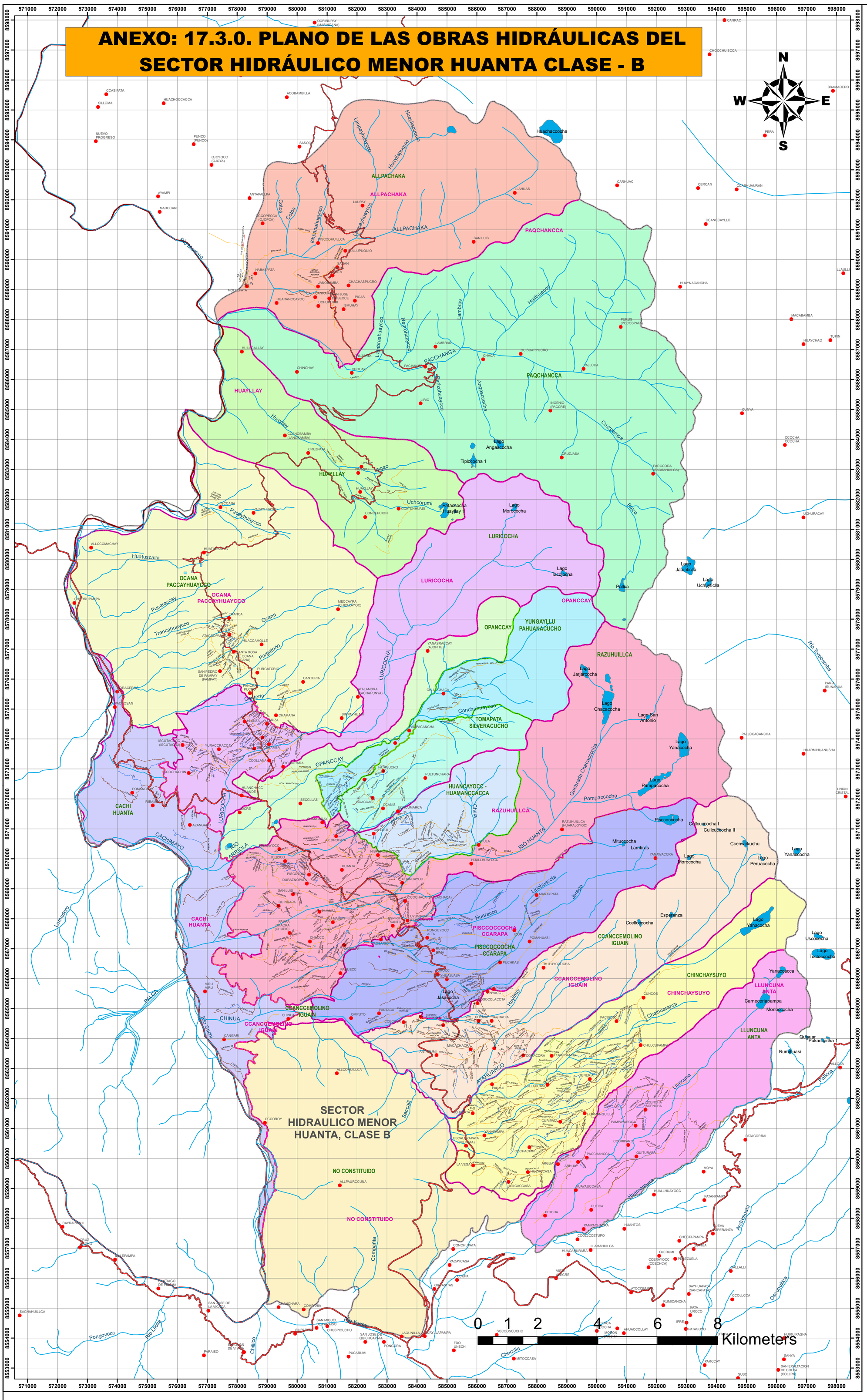
Distritos, Provincia y Departamento: Huamanguilla, iguain, Huanta, Luricocha, Chaka y Santillana; Huanta - Ayacucho

Plano de los Subsectores Hidraulicos :

"SUBSECTORES HIDRAULICOS"

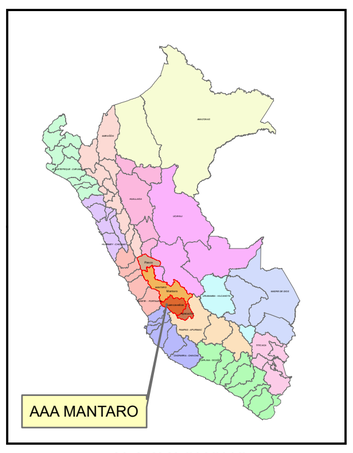
Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:62, 990	Lamina :	Anexo 17.2.0/17.0.0

ANEXO: 17.3.0. PLANO DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS DEL SECTOR HIDRÁULICO MENOR HUANTA CLASE - B

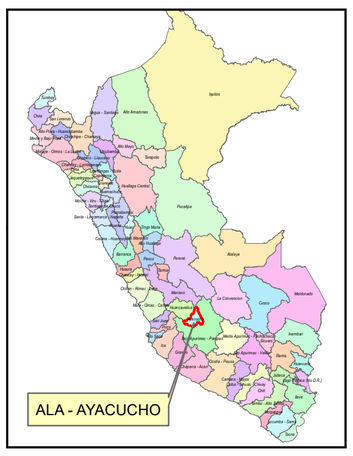


UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



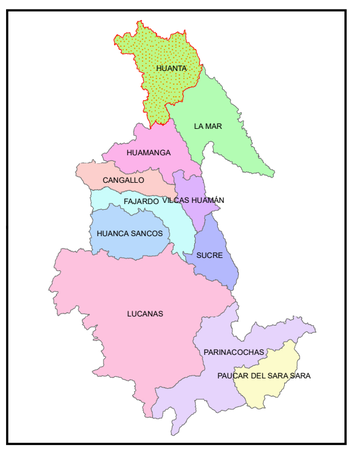
ALA AYACUCHO



UBICACION POLITICA

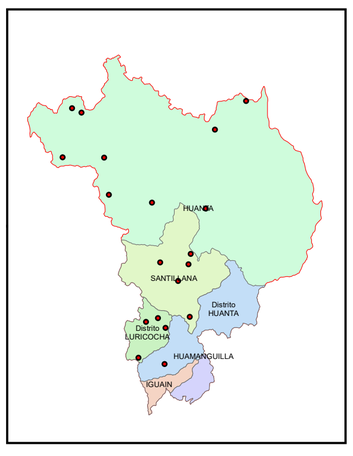
AYACUCHO EN EL PERU

REGION AYACUCHO



PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA



SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Via Ferroviaria
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Ríos
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Reservorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

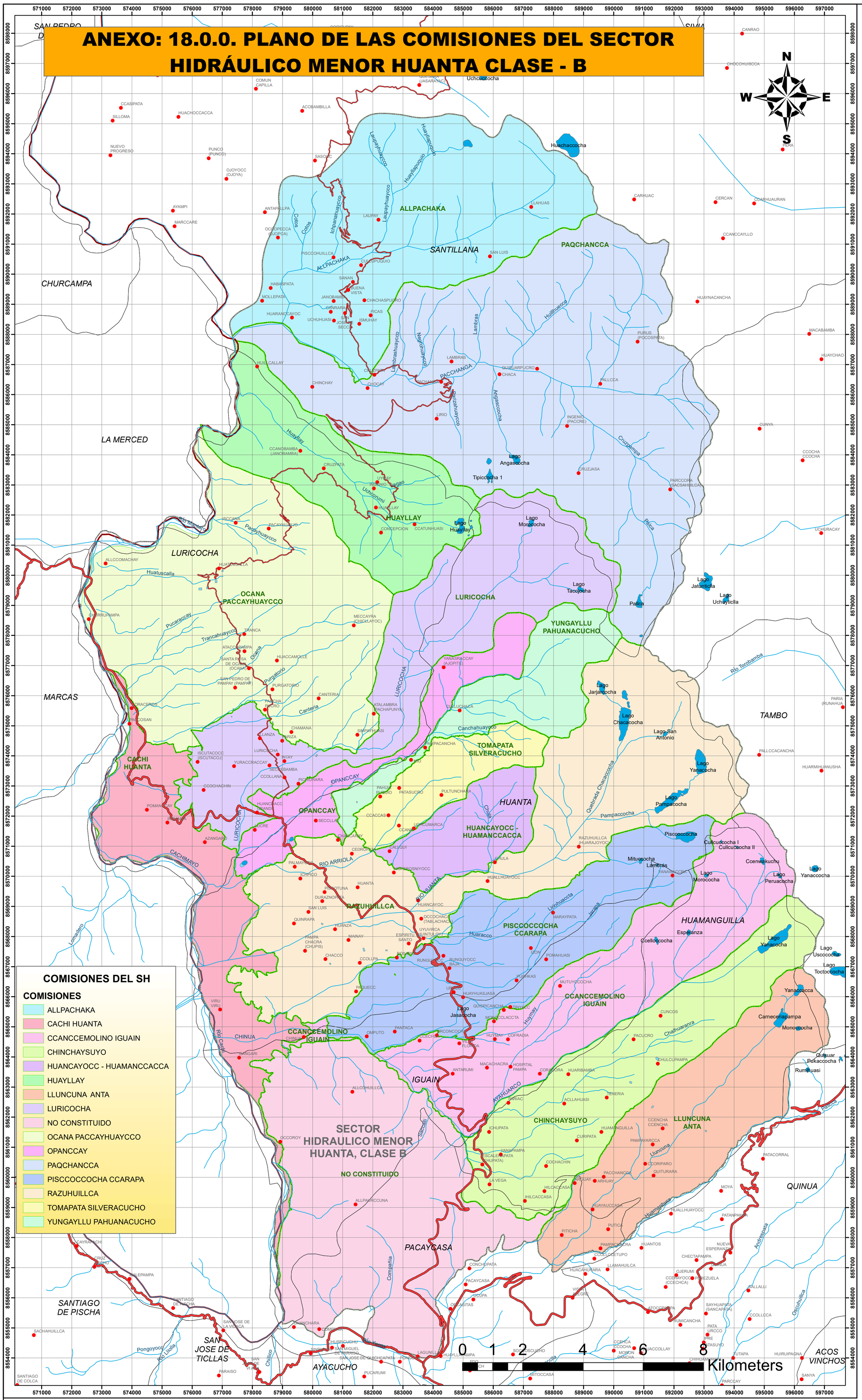
TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

Distritos, Provincia y Departamento: Huamanguilla, iguain, Huanta, Luricocha, Chaka y Santillana; Huanta - Ayacucho

Plano de las Obras Hidraulicas del Sector Hidraulico :
"OBRAS HIDRAULICAS DEL SECTOR HIDRAULICO MENOR HUANTA - CLASE B"

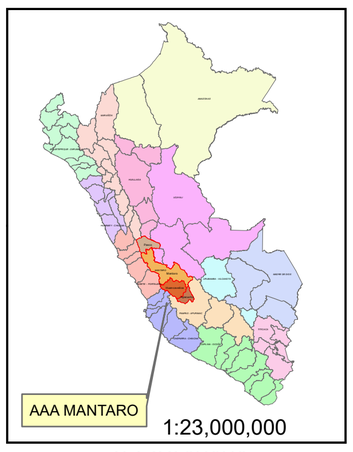
Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:62, 990	Lamina :	Anexo 17.3.0/17.0.0

ANEXO: 18.0.0. PLANO DE LAS COMISIONES DEL SECTOR HIDRÁULICO MENOR HUANTA CLASE - B

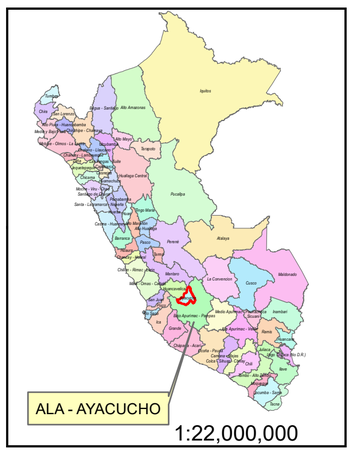


UBICACIÓN GEOGRÁFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



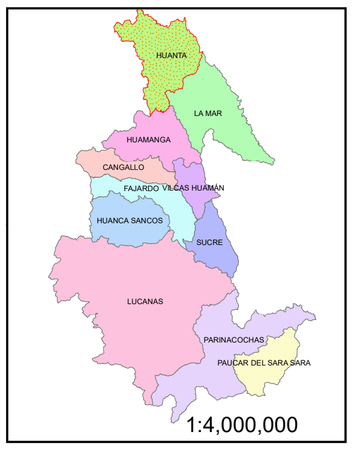
ALA AYACUCHO



UBICACIÓN POLITICA

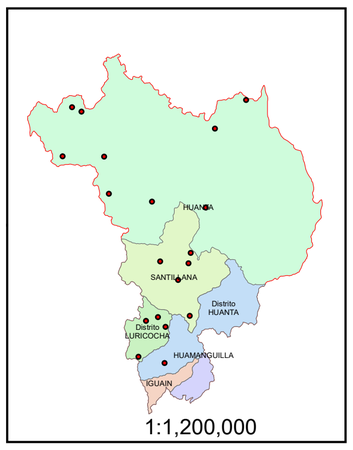
AYACUCHO EN EL PERU

REGION AYACUCHO



PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA



SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Via Ferroviaria
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Ríos
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Reservorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

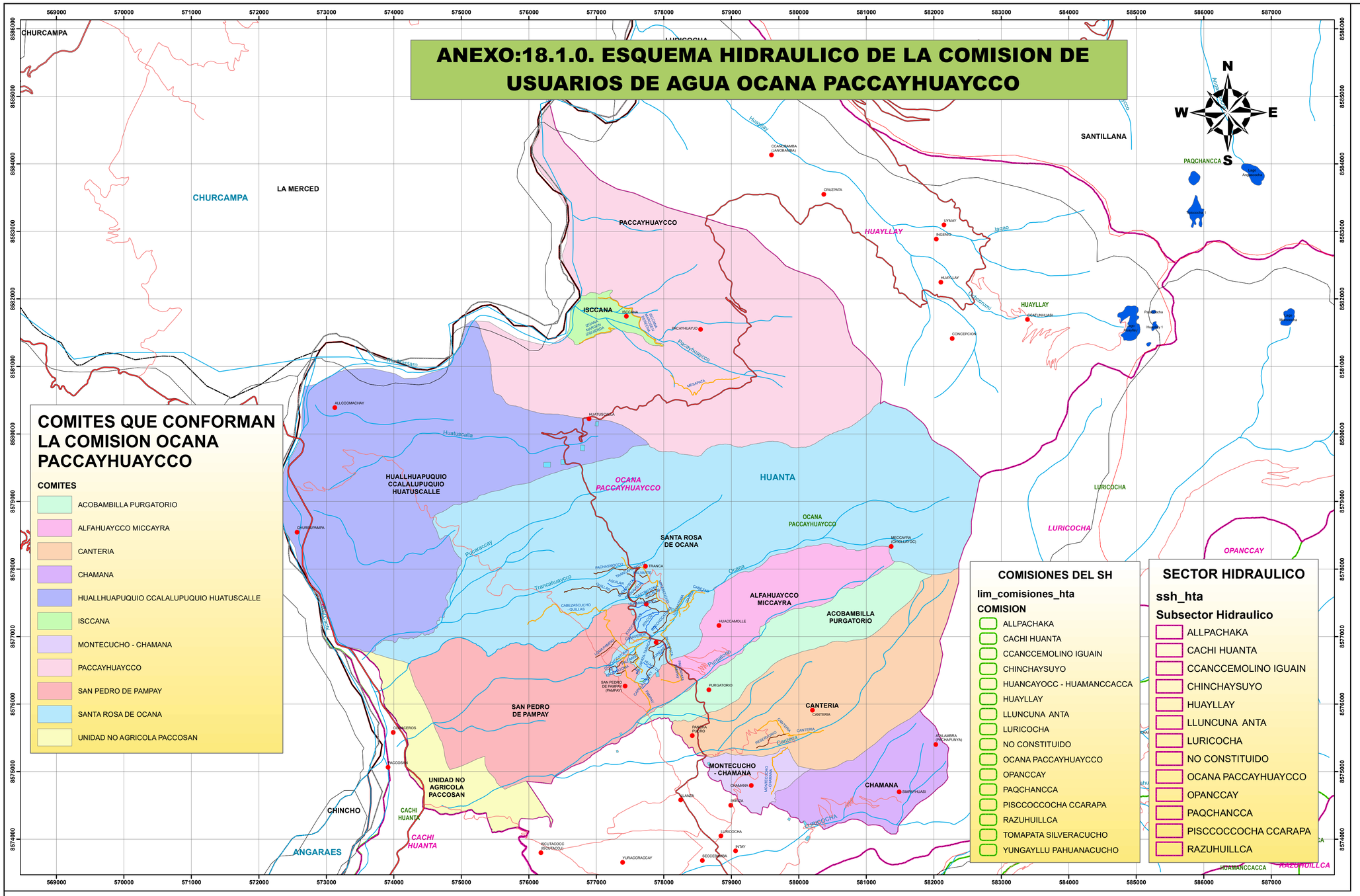
Distritos; Provincia y Departamento: Huamanguilla, Iguain, Huanta, Luricocha, Chaka y Santillana; Huanta - Ayacucho

Plano de las Comisiones del Sector Hidraulico :

"COMISIONES DEL SECTOR HIDRAULICO MENOR HUANTA - CLASE B"

Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:62, 990	Lamina :	Anexo 18.0.0

ANEXO:18.1.0. ESQUEMA HIDRAULICO DE LA COMISION DE USUARIOS DE AGUA OCANA PACCAYHUAYCCO



COMITES QUE CONFORMAN LA COMISION OCANA PACCAYHUAYCCO

COMITES

- ACOBAMBILLA PURGATORIO
- ALFAHUAYCCO MICCAYRA
- CANTERIA
- CHAMANA
- HUALLHUAPUQUIO CCALALUPUQUIO HUATUSCALLE
- ISCCANA
- MONTECUCHO - CHAMANA
- PACCAYHUAYCCO
- SAN PEDRO DE PAMPAY
- SANTA ROSA DE OCANA
- UNIDAD NO AGRICOLA PACCOSAN

COMISIONES DEL SH

lim_comisiones_hta

COMISION

- ALLPACHAKA
- CACHI HUANTA
- CCANCCEMOLINO IGUAIN
- CHINCHAYSUYO
- HUANCAYOCC - HUAMANCCACCA
- HUAYLLAY
- LLUNCUNA ANTA
- LURICOCHA
- NO CONSTITUIDO
- OCANA PACCAYHUAYCCO
- OPANCCAY
- PAQCHANCCA
- PISCCOCCOCHA CCARAPA
- RAZUHUILLCA
- TOMAPATA SILVERACUCHO
- YUNGAYLLU PAHUANACUCHO

SECTOR HIDRAULICO

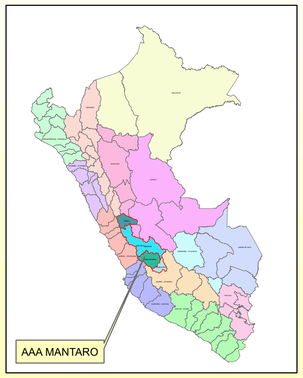
ssh_hta

Subsector Hidraulico

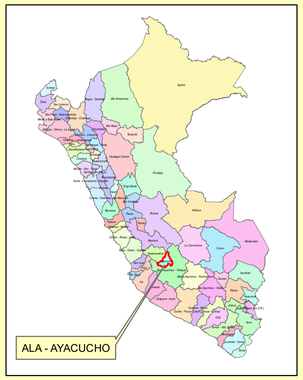
- ALLPACHAKA
- CACHI HUANTA
- CCANCCEMOLINO IGUAIN
- CHINCHAYSUYO
- HUAYLLAY
- LLUNCUNA ANTA
- LURICOCHA
- NO CONSTITUIDO
- OCANA PACCAYHUAYCCO
- OPANCCAY
- PAQCHANCCA
- PISCCOCCOCHA CCARAPA
- RAZUHUILLCA

UBICACION GEOGRAFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



ALA AYACUCHO



UBICACION POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Via Ferroviaria
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

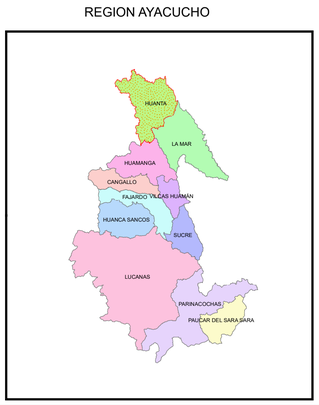
LEYENDA

- Centros Poblados
- Ríos
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

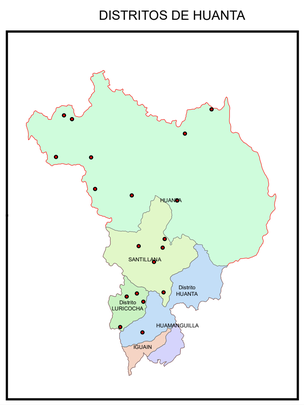
- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Reservorio

REGION AYACUCHO



PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

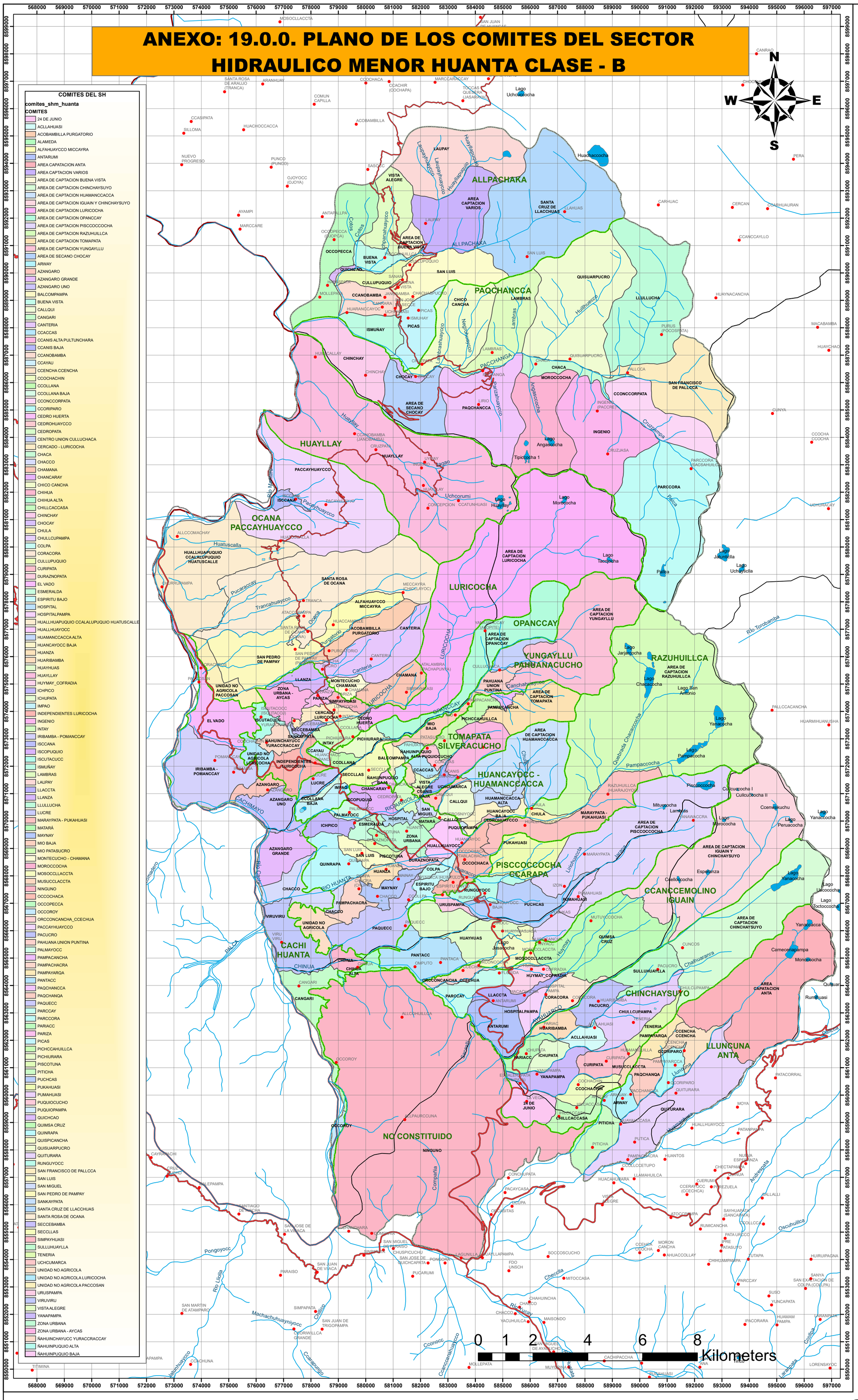
Distritos; Provincia y Departamento: Luricocha; Huanta - Ayacucho

Esquema Hidraulico de la Comision de Usuarios de Agua :

"OCANA PACCAYHUAYCCO"

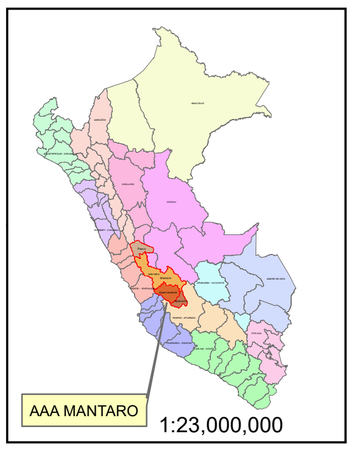
Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:30, 000	Lamina :	Anexo 18.1.0

ANEXO: 19.0.0. PLANO DE LOS COMITES DEL SECTOR HIDRAULICO MENOR HUANTA CLASE - B

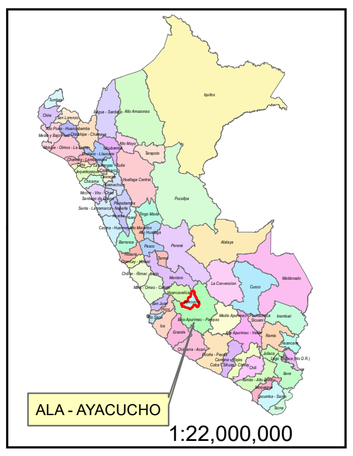


UBICACIÓN GEOGRÁFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



ALA AYACUCHO



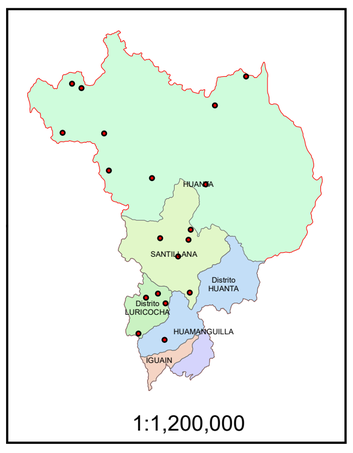
UBICACIÓN POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU

REGION AYACUCHO

PROVINCIA HUANTA

DISTRITOS DE HUANTA



SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Via Ferroviaria
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Ríos
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Reservorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

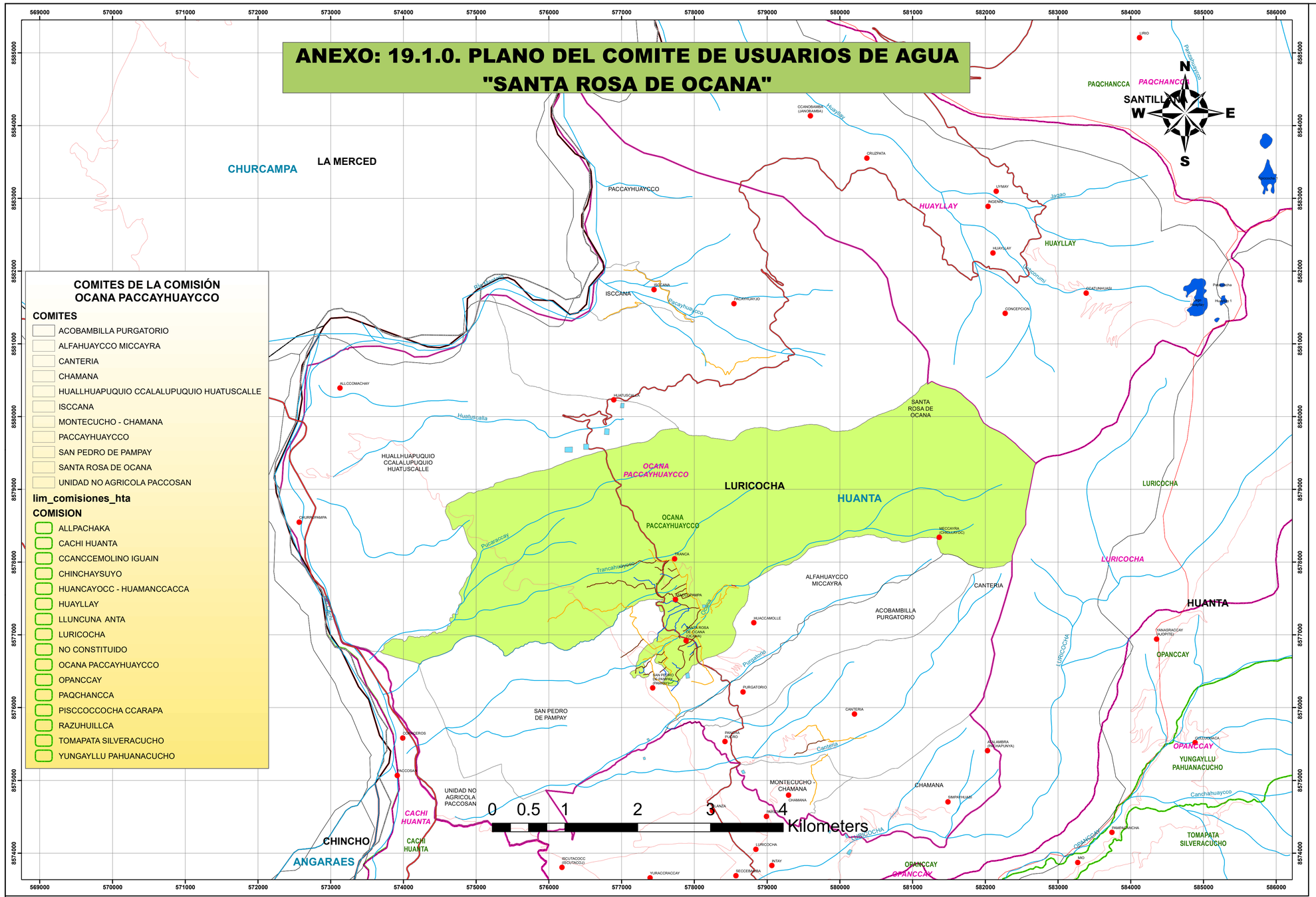
Distritos; Provincia y Departamento: Huamanguilla, iguain, Huanta, Luricocha, Chaka y Santillana; Huanta - Ayacucho

Plano de los Comites del Sector Hidraulico :

"COMITES DEL SECTOR HIDRAULICO MENOR HUANTA - CLASE B"

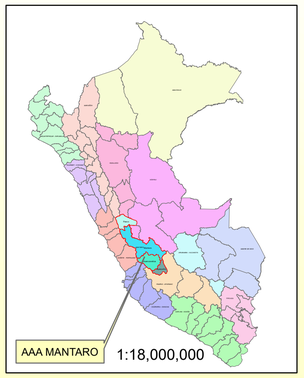
Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:62, 990	Lamina : Anexo 19.0.0	

ANEXO: 19.1.0. PLANO DEL COMITE DE USUARIOS DE AGUA "SANTA ROSA DE OCANA"

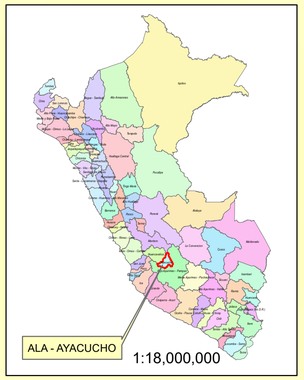


UBICACIÓN GEOGRÁFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



ALA AYACUCHO



UBICACIÓN POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Via Ferroviaria
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Ríos
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Reservorio

REGION AYACUCHO

1:4,000,000

PROVINCIA HUANTA

1:1,200,000

DISTRITOS DE HUANTA

1:1,000,000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

Distritos; Provincia y Departamento: Huamanguilla; Huanta - Ayacucho

Plano del Comité de Usuarios de Agua:

"SANTA ROSA DE OCANA"

Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:28, 000	Lamina :	Anexo 19.1.0

ANEXO: 20.0.0. PLANO DE CONFORMACIÓN BLOQUE DE RIEGO "SANTA ROSA DE OCANA"

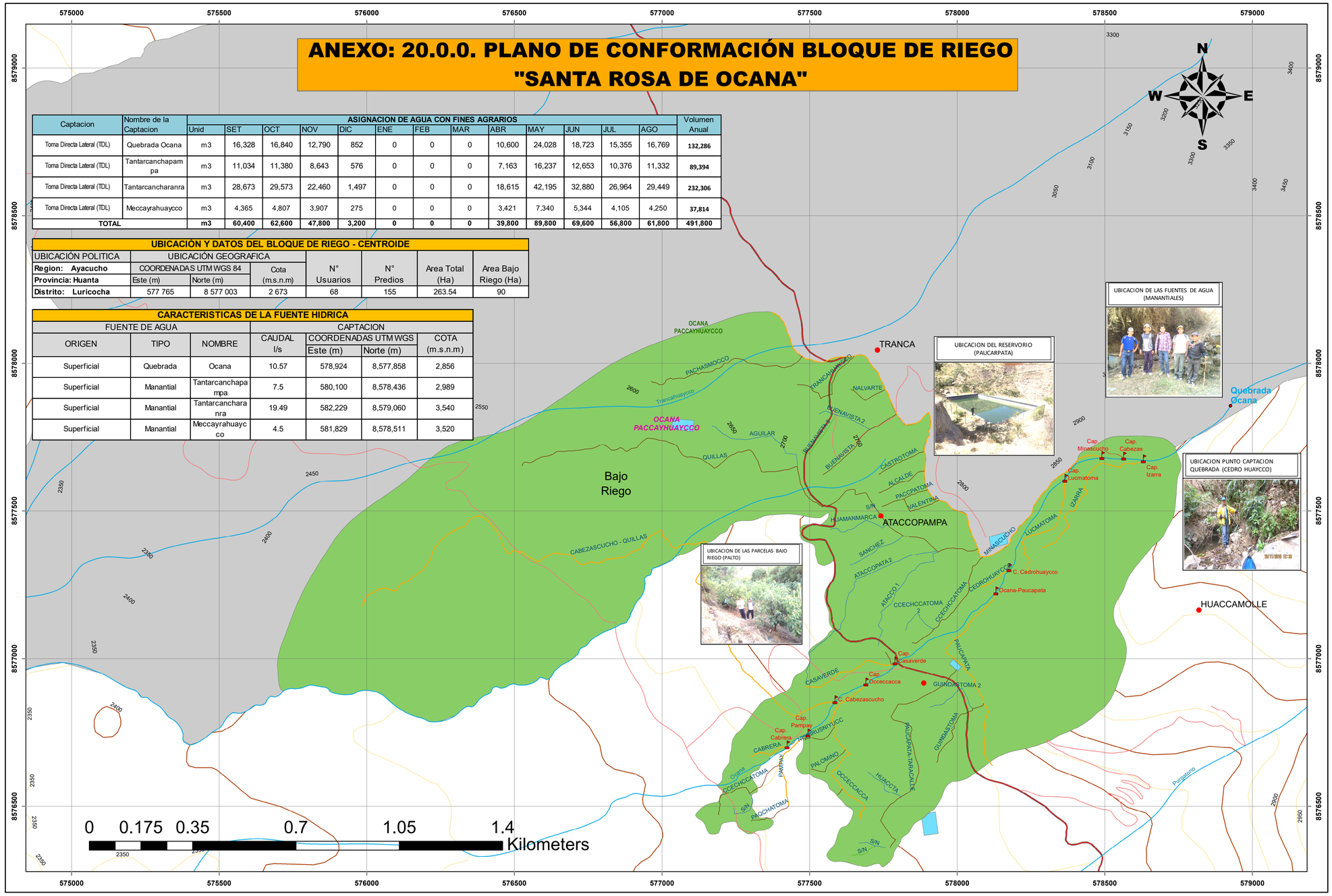
Captacion	Nombre de la Captacion	ASIGNACION DE AGUA CON FINES AGRARIOS													Volumen Anual
		Unid	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	
Toma Directa Lateral (TDL)	Quebrada Ocana	m3	16,328	16,840	12,790	852	0	0	0	10,600	24,028	18,723	15,355	16,769	**132,286**
Toma Directa Lateral (TDL)	Tantarcanchapampa	m3	11,034	11,380	8,643	576	0	0	0	7,163	16,237	12,653	10,376	11,332	**89,394**
Toma Directa Lateral (TDL)	Tantarcancharanra	m3	28,673	29,573	22,460	1,497	0	0	0	18,615	42,195	32,880	26,964	29,449	**232,306**
Toma Directa Lateral (TDL)	Meccayrahuaycco	m3	4,365	4,807	3,907	275	0	0	0	3,421	7,340	5,344	4,105	4,250	**37,814**
TOTAL		**m3**	**60,400**	**62,600**	**47,800**	**3,200**	**0**	**0**	**0**	**39,800**	**89,800**	**69,600**	**56,800**	**61,800**	**491,800**

UBICACIÓN Y DATOS DEL BLOQUE DE RIEGO - CENTROIDE

UBICACIÓN POLITICA	UBICACIÓN GEOGRAFICA			N° Usuarios	N° Predios	Area Total (Ha)	Area Bajo Riego (Ha)
Region: Ayacucho	COORDENADAS UTM WGS 84		Cota (m.s.n.m)				
Provincia: Huanta	Este (m)	Norte (m)					
Distrito: Luricocha	577 765	8 577 003	2 673	68	155	263.54	90

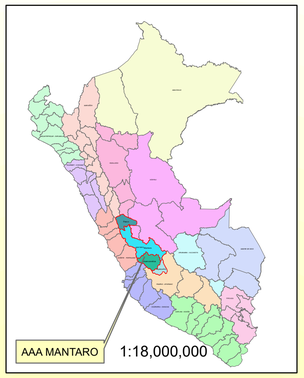
CARACTERISTICAS DE LA FUENTE HIDRICA

FUENTE DE AGUA			CAPTACION			
ORIGEN	TIPO	NOMBRE	CAUDAL l/s	COORDENADAS UTM WGS Este (m)	Norte (m)	COTA (m.s.n.m)
Superficial	Quebrada	Ocana	10.57	578,924	8,577,858	2,856
Superficial	Manantial	Tantarcanchapampa	7.5	580,100	8,578,436	2,989
Superficial	Manantial	Tantarcancharanra	19.49	582,229	8,579,060	3,540
Superficial	Manantial	Meccayrahuaycco	4.5	581,829	8,578,511	3,520

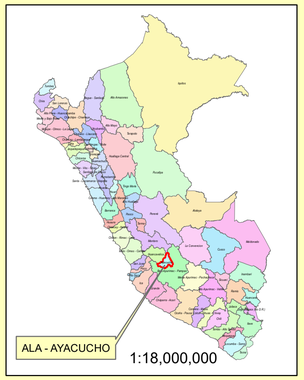


UBICACIÓN GEOGRÁFICA - ADMINISTRATIVA

AAA MANTARO



ALA AYACUCHO



UBICACIÓN POLITICA

AYACUCHO EN EL PERU

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de Region
- Capital de Provincia
- Capital de Distrito
- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Limite Distrital
- Via Nacional
- Via Departamental
- Via Vecinal
- Curvas de Nivel Princ.
- Curvas de Nivel Sec.

LEYENDA

- Centros Poblados
- Rios
- Quebradas
- Lagunas y Lagos
- Lim. Sector Hidráulico
- Lim. Subsector Hidráulico
- Lim. Comisiones
- Lim. Comites

INFRAEST. HIDRAULICA

- CD - Canal Derivador
- L1 - Lateral 1° Orden
- L2 - Lateral 2° Orden
- L3 - Lateral 3° Orden
- L4 - Lateral 4° Orden
- TP - Toma predial
- TD - Toma Directa
- Captacion
- Reservorio
- Bajo Riego
- Irrigable-Secano-Arborea-Eriazo

REGION AYACUCHO

1:4,000,000

PROVINCIA HUANTA

1:1,200,000

DISTRITOS DE HUANTA

1:1,000,000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TEMA TESIS: "Ordenamiento de Cuencas y Gestion de la Formalidad de los Recursos Hidricos para uso Agrario Sotenible en la comunidad campesina de Santa Rosa de Ocana-Luricocha-Huanta-2016"

Distritos; Provincia y Departamento: Luricocha; Huanta - Ayacucho

Bloque de Riego :
"SANTA ROSA DE OCANA"

Escala :	Indicada	Fecha :	Junio 2017
Sistema :	Proy. UTM	Zona :	18 Sur
Datum Horizontal :	WGS 84	Datum Vertical :	Nivel Medio del Mar
Elaborado :	Bach. Maicol Janampa	Aprobado :	FCA
Escala :	1:7, 000	Lamina :	Anexo 20.0.0. Pág. 340

Anexo 21.0.0 Panel Fotográfico

Foto 01: Reunión de Coordinación e Información del Proyecto Delimitación del Sector y Subsector Hidráulico – Huanta (DSSH), con el apoyo del ALA - Ayacucho

Foto 02: Taller de Coordinación y programación de Actividades del Proyecto Delimitación del Sector y Subsector Hidráulico – Luricocha (DSSH), con el apoyo del ALA - Ayacucho

Foto 03: Trabajos de campo de la delimitación del subsector hidráulico Opanccay, comisiones Yungaylly Pahuanacucho y Tomapata Silveracucho del distrito de Huanta.

Foto 04: Trabajos de campo de la delimitación del subsector hidráulico Razuhuillca y Pisccoccocha Ccarapa, del distrito de Huanta.

Foto 05: Trabajos de campo de la delimitación del subsector hidráulico Ccanccemolino Iguain, del distrito de Iguain.

Foto 06: Trabajos de campo de la delimitación del subsector hidráulico Chinchaysuyo y Lloncuna Anta, del distrito de Huamanguilla.

Foto 07: Identificación de obras hidráulicas, (Bocatoma de Concreto Del Sistema Hidráulico Occana – Pampay).

Foto 08: Identificación de obras hidráulicas, (Bocatoma de Concreto Del Sistema Hidráulico Tomapata Silveracucho - Pampacancha).

Foto 09: Identificación de obras hidráulicas, (Canal de derivación de Concreto Del Sistema Hidráulico Tomapata Silveracucho - Pampacancha).

Foto 10: Identificación de obras hidráulicas, (Reservorio de Concreto Del Sistema Hidráulico Ocana – Pampay, Comunidad Santa Rosa de Ocana). Del distrito de Luricocha

Foto 11: Actividades de campo de la identificación de obras hidráulicas, (Bocatoma de material rustico Del Sistema Hidráulico Allpachaka -Santillana)

Foto 12: Determinación de aforos puntuales en las fuentes por método volumétrico, distrito de Chaka.

Foto 13: Determinación de aforos puntuales del riachuelo Allpachaca por método flotador, distrito de Santillana.

Foto 14: Determinación de aforos puntuales del riachuelo Paqchancca por método flotador, distrito de Chaka.

Foto 15: Delimitación del ámbito del sector y subsector hidráulico en los distritos Chaka Santillana.

Foto 16: Delimitación del ámbito del subsector hidráulico Paqchancca en los distritos Chaka Santillana.

Foto 17: Delimitación del ámbito del sector y subsector hidráulico en los distritos Huamanguilla, Iguain, Huanta. Santillana, Chaka y Luricocha.

Foto 18: Ubicación del reservorio del sistema hidráulico Luricocha – Cercado, del distrito de Luricocha.

Foto 19: Identificación de las obras hidráulicas, de la bocatoma Tumacucho, del subsector hidráulico Luricocha

Foto 20: Ubicación del reservorio del sistema hidráulico Luricocha – Cedrohuerta, del distrito de Luricocha.

Foto 21: Identificación de las fuentes lagunas, ríos, quebradas, riachuelos del sector hidráulico Razuhuillca (Chacaccocha)

Foto 22: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Razuhuillca (Chacaccocha)

Foto 23: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Razuhuillca (Pampaccocha)

Foto 24: Identificación de las fuentes lagunas, ríos, quebradas, riachuelos de los subsectores hidráulicos, Ubicación del Riachuelo Razuhuillca

Foto 25: Identificación de las fuentes lagunas, ríos, quebradas, riachuelos de los subsectores hidráulicos, Ubicación del Laguna San antonio Razuhuillca

Foto 26: Identificación de las cuencas, vista panorámica de subsector hidráulico Razuhuillca.

Foto 27: Identificación de las fuentes lagunas, ríos, quebradas, riachuelos de los subsectores hidráulicos, riachuelo Huayllay.

Foto 28: Determinación del caudal de las fuentes, aforo del riachuelo Huayllay, del subsector hidráulico Huayllay

Foto 29: Identificación de las fuentes lagunas, ríos, quebradas, riachuelos de los subsectores hidráulicos Yungayllu Pahuanacucho y Tomapata Silveracucho, riachuelo Patoccocha.

Foto 30: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Opanccay (Yungayllu pahuanacucho y tomapata silveracucho)

Foto 31: Determinación del caudal de las fuentes, aforo del riachuelo (Opanccay), del subsector hidráulico Opanccay

Foto 32: Identificación de las fuentes lagunas, ríos, quebradas, riachuelos de los subsectores hidráulicos Luricocha, (riachuelo Luricocha).

Foto 33: Determinación del caudal de las fuentes, aforo del riachuelo (Luricocha), del subsector hidráulico Luricocha

Foto 34: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Chinchaysuyo (Bocatoma-Huamanguilla)

Foto 35: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Chinchaysuyo (Canales rusticos - Huamanguilla)

Foto 36: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Chinchaysuyo (Aforamiento en el Reservorio de concreto - Huamanguilla)

Foto 37: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Lluncuna Anta (Reservorio de concreto - Huamanguilla)

Foto 38: Identificación de las fuentes lagunas, ríos, quebradas, riachuelos de los subsectores hidráulicos Pisccocha Ccarapa, (Quebarada ccarapa).

Foto 39: Identificación de Loa Ámbitos del sector hidráulico y subsectores (Huanta-Lurocicha, Iguain, Huamanguilla, Santillana, Chaka)

Foto 40: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Ocana Paccayhuaycco (Reservorio de concreto - Huatuscalle)

Foto 41: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Ocana Paccayhuaycco (Reservorio de concreto - Huatuscalle)

Foto 42: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Ocana Paccayhuaycco (Canal de concreto Santa Rosa de Ocana)

Foto 43: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Ocana Paccayhuaycco (Canal de concreto Pampay)

Foto 44: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Ocana Paccayhuaycco (Desarenador de concreto Paccayhuaycco)

Foto 45: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Ccanccemolino Iguain (Reservorio de concreto Iguain)

Foto 46: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Ccanccemolino Iguain (Desarenador de concreto Iguain)

Foto 47: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Opanccay (Bocatoma de concreto Opanccay)

Foto 48: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Opanccay (Canal de concreto Opanccay)

Foto 49: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Lambrasniyocc Huancayocc Huamanccacca (Canal de concreto Humanccacca)

Foto 50: Determinación del caudal de las fuentes, aforo del riachuelo (Michcahuaycco-Chaka), del subsector hidráulico Paqchancca

Foto 51: Determinación del caudal de las fuentes, aforo del riachuelo (Michcahuaycco-Chaka), del subsector hidráulico Paqchancca

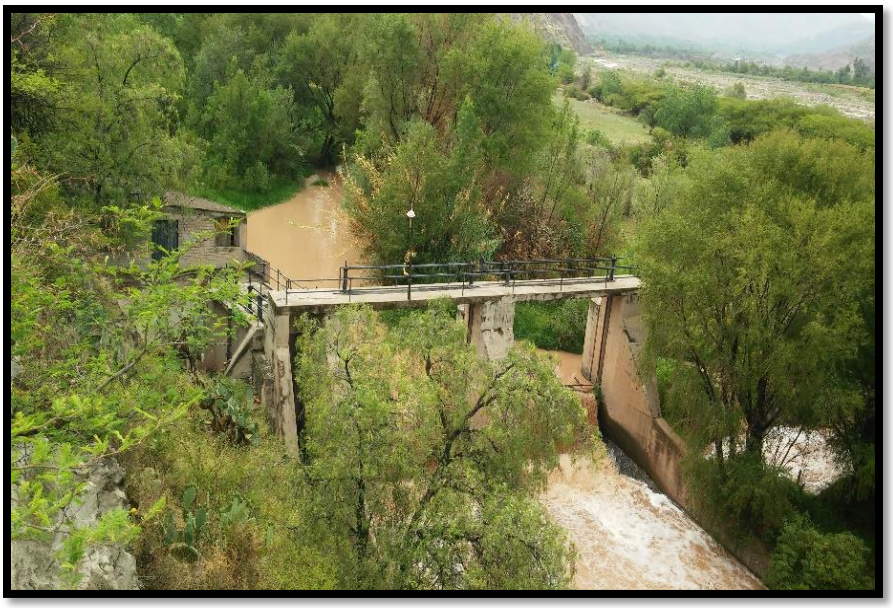


Foto 52: Identificación de las Estructuras hidráulicas del sector hidráulico Cachi Huanta (Bocatoma de concreto Cachi Huanta)