

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**“PLAN DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL DE LA SUBCUENCA SHULLCAS -
PROVINCIA DE HUANCAYO - DEPARTAMENTO DE JUNÍN”**

**TESIS PARA OPTAR
TÍTULO PROFESIONAL INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORA
MAYUMI KAREN YARINGAÑO VILCAPOMA**

**ASESOR
DR. JOHN WALTER GÓMEZ LORA**

**JURADO
DR. ZAMORA TALAVERANO NOÉ SABINO
DR. GALARZA ZAPATA EDWIN JAIME
MG. GÓMEZ ESCRIBA BENIGNO PAULO
MG. GUILLÉN LEÓN ROGELIA**

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios por estar conmigo en todo momento.

A mis padres Félix y Domínica por apoyarme en todo sentido.

A mis abuelitos Anselmo y Aurelia por cuidarme siempre.

A mis hermanos Miguel y Sharon por aconsejarme.

A mi hijo Gabriel por ser mi alegría.

AGRADECIMIENTOS

Doy Gracias a Dios por lo mucho que ha hecho por mí.

A mi asesor, Dr. John Walter Gómez Lora por orientarme y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

A mis docentes informantes Dr. Edwin Galarza Zapata, Dr. Noé Zamora Talaverano, Mg. Benigno Gómez Escriba y Mg. Rogelia Guillén León por su apoyo, observaciones y sugerencias.

A mi alma mater, la Universidad Nacional Federico Villarreal, especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por permitirme formarme en ella.

A los profesores que tuve a lo largo de mi carrera en la Universidad Nacional Federico Villarreal, porque aprendí mucho de cada uno de ellos.

A mis abuelitos Anselmo Vilcapoma y Aurelia Medrano que están en el cielo, por tanto amor que me dieron, por cuidarme y por preocuparse siempre por mi bienestar.

A mis padres Félix Yaringaño y Domínica Vilcapoma por todo el esfuerzo que hicieron para que no me falte nada, por educarme con cariño y hacerme la persona que soy ahora.

A mis hermanos Miguel y Sharon por tantos momentos compartidos, tristes y alegres, también porque sé que siempre puedo contar con ellos a pesar de la distancia.

Gracias a mi hijo Gabriel simplemente por existir e iluminar todos mis días con su sonrisa.

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo general realizar el Plan de Ordenamiento Ambiental en la Subcuenca Shullcas que se ajuste a las condiciones ambientales y socioeconómicas de la zona de estudio para contribuir a su desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de su población. Para ello se realizó un diagnóstico ambiental que incluye los aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales. Seguidamente se elaboró una Zonificación Ambiental de la zona de estudio, para así determinar las unidades ambientales. Finalmente se formularon propuestas de proyectos que contribuyan al desarrollo sostenible.

Metodológicamente el tipo de investigación es descriptivo y correlacional, el diseño de esta investigación es inductivo y no experimental, En cuanto a los procedimientos metodológicos se recopiló la cartografía base e información temática existentes las cuales fueron procesadas para así generar cuatro submodelos (Capacidad de Uso Mayor, Conflictos de Uso, Susceptibilidad Física y Aptitud Urbano Industrial) y el submodelo final (Unidades Ambientales).

Como resultado de la Zonificación Ambiental de la Subcuenca Shullcas (227.57 km²), se identificaron 5 Unidades Ambientales las cuales son: Zona de producción agrícola (21.25 km²), Zona de producción agrostológica (45.33 km²), Zona de producción forestal (3.75 km²), Zona de protección (139.97 km²) y Zona urbana (17.29 km²). En base a estas áreas identificadas se han realizado proyectos de preservación, recuperación y protección de recursos; conservación ecológica; uso racional y aprovechamiento de recursos; y promoción de la planificación ambiental.

Palabras claves: Ordenamiento, sostenible, diagnóstico, zonificación, planificación, cuenca.

ABSTRACT

The general objective of this research is to carry out the Environmental Management Plan in the Shullcas Sub-basin that adjusts to the environmental and socioeconomic conditions of the study area in order to contribute to its sustainable development and the improvement of the quality of life of its population. For this, an environmental diagnosis was made that includes the physical, biological, socioeconomic and cultural aspects. Then an Environmental Zoning of the study area was elaborated, in order to determine the environmental units. Finally, proposals for projects that contribute to sustainable development were formulated.

Methodologically, the type of research is descriptive and correlational, the design of this research is inductive and not experimental. Regarding the methodological procedures, the base cartography and thematic information were collected which were processed to generate four submodels (Greater Use Capacity), Conflicts of Use, Physical Susceptibility and Industrial Urban Aptitude) and the final submodel (Environmental Units).

As a result of the Environmental Zoning of the Shullcas Sub-basin (227.57 km²), 5 Ambient Units were identified which are: Agricultural production area (21.25 km²), Agrostological production zone (45.33 km²), Forest production area (3.75 km²), Protection zone (139.97 km²) and Urban area (17.29 km²). Based on these identified areas, preservation, recovery and protection of resources projects have been carried out; ecological conservation; rational use and use of resources; and promotion of environmental planning.

Keywords: Ordering, sustainable, diagnosis, zoning, planning, basin.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN | i |
| ABSTRACT | ii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Descripción y formulación del problema | 2 |
| 1.1.1. Descripción del problema | 2 |
| 1.1.2. Formulación del problema | 3 |
| 1.1.2.1. Problema Principal | 3 |
| 1.1.2.2. Problemas Secundarios | 4 |
| 1.2. Antecedentes | 4 |
| 1.2.1. Antecedentes Nacionales | 4 |
| 1.2.2. Antecedentes Internacionales | 8 |
| 1.3. Objetivos | 12 |
| 1.3.1. Objetivo General | 12 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos | 12 |
| 1.4. Justificación | 13 |
| 1.4.1. Importancia | 13 |
| 1.5. Hipótesis | 13 |
| II. MARCO TEÓRICO | 14 |
| 2.1. Ordenamiento Territorial | 14 |
| 2.1.1. Etapas e instrumentos del Ordenamiento Territorial | 15 |
| 2.2. Ordenamiento Ambiental Territorial | 15 |
| 2.2.1. Ventajas del Ordenamiento Ambiental Territorial | 16 |
| 2.3. Zonificación Económica Ecológica | 17 |
| 2.3.1. Objetivos de la ZEE | 17 |
| 2.3.2. Etapas de la ZEE | 18 |
| 2.3.3. Metodología de la formulación de la ZEE | 18 |
| 2.3.4. Niveles de aplicación de la metodología de la ZEE | 20 |
| 2.4. Planificación y Ordenamiento Territorial | 21 |
| 2.4.1. Objetivos de la Planificación y el Ordenamiento Territorial | 21 |
| 2.5. Modelo | 22 |
| 2.5.1. Tipos de modelos | 22 |
| 2.5.2. Modelamiento cartográfico | 22 |
| 2.5.3. Modelamiento ZEE | 23 |
| 2.5.3.1. Unidades Ecológicas Económicas | 23 |
| 2.6. Cuenca Hidrográfica | 23 |
| 2.6.1. Sectores de una cuenca | 24 |
| 2.6.2. Tipos de cuenca | 24 |
| 2.6.3. Ordenamiento ambiental en una Cuenca | 25 |
| 2.7. Desarrollo Sostenible | 26 |
| 2.7.1. Principios naturales del Desarrollo Sostenible | 26 |
| 2.7.2. Sostenibilidad | 27 |
| 2.8. Marco Legal | 27 |
| III. MÉTODO | 31 |
| 3.1. Tipo de Investigación | 31 |
| 3.1.1. Diseño de Investigación | 31 |
| 3.2. Ámbito temporal y espacial | 31 |
| 3.3. Variables | 31 |
| 3.4. Población y muestra | 33 |
| 3.4.1. Población | 33 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 3.4.2. | Muestra | 33 |
| 3.1. | Instrumentos | 33 |
| 3.1.1. | Información cartográfica | 34 |
| 3.1.2. | Software | 36 |
| 3.1.3. | Equipos | 36 |
| 3.2. | Procedimientos | 36 |
| 3.2.1. | Reconocimiento: | 36 |
| 3.2.2. | Campo:..... | 37 |
| 3.2.3. | Gabinete:..... | 37 |
| IV. | RESULTADOS | 38 |
| 4.1. | DIAGNÓSTICO AMBIENTAL..... | 38 |
| 4.1.1. | Ubicación..... | 38 |
| 4.1.1.1. | Ubicación Política..... | 38 |
| 4.1.1.2. | Ubicación Geográfica | 38 |
| 4.1.1.3. | Extensión y límites | 39 |
| 4.1.1.4. | Altitud..... | 39 |
| 4.1.1.5. | Vías de acceso..... | 41 |
| 4.1.2. | Diagnóstico Físico | 44 |
| 4.1.2.1. | Fisiografía | 44 |
| 4.1.2.2. | Pendientes | 48 |
| 4.1.2.3. | Geomorfología..... | 52 |
| 4.1.2.4. | Geomorfología cuantitativa | 56 |
| 4.1.2.4.1. | Parámetros Geomorfológicos:..... | 56 |
| 4.1.2.5. | Geología..... | 83 |
| 4.1.2.6. | Suelos..... | 90 |
| 4.1.2.7. | Geodinámica externa | 95 |
| 4.1.2.8. | Zonas de vida..... | 98 |
| 4.1.2.9. | Cobertura vegetal y uso actual..... | 101 |
| 4.1.2.10. | Clima..... | 107 |
| 4.1.2.10.1. | Análisis de temperatura | 109 |
| 4.1.2.10.2. | Análisis de precipitación | 115 |
| 4.1.2.10.3. | Análisis de caudales | 138 |
| 4.1.3. | Diagnóstico Biológico | 158 |
| 4.1.3.1. | Flora..... | 158 |
| 4.1.3.2. | Fauna..... | 160 |
| 4.1.3.3. | Área Natural Protegida | 161 |
| 4.1.4. | Diagnóstico Socioeconómico | 162 |
| 4.1.4.1. | Población | 162 |
| 4.1.4.2. | Servicios Básicos | 164 |
| 4.1.4.3. | Actividades Económicas:..... | 169 |
| 4.1.4.4. | Diagnóstico cultural..... | 173 |
| 4.2. | ZONIFICACIÓN AMBIENTAL | 176 |
| 4.2.1. | Objetivos de la Zonificación Ambiental..... | 176 |
| 4.2.2. | Proceso de Zonificación Ambiental..... | 177 |
| 4.2.3. | Submodelos de la Zonificación Ambiental..... | 177 |
| 4.2.3.1. | Capacidad de Uso Mayor (CUM) de Tierras..... | 178 |
| 4.2.3.2. | Conflictos de Uso | 186 |
| 4.2.3.3. | Susceptibilidad Física | 191 |
| 4.2.3.4. | Aptitud Urbano Industrial..... | 198 |
| 4.2.4. | Unidades Ambientales | 204 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 4.2.4.1. | Zonificación Ambiental | 205 |
| 4.3. | PROPUESTAS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL | 212 |
| 4.3.1. | Visión..... | 212 |
| 4.3.2. | Objetivos del Plan de Ordenamiento Ambiental | 212 |
| 4.3.3. | Lineamientos estratégicos del Plan de Ordenamiento Ambiental | 213 |
| 4.3.4. | Programas y proyectos del Plan de Ordenamiento Ambiental | 213 |
| 4.3.4.1. | Programa N° 1: Preservación, recuperación y protección de recursos | 215 |
| 4.3.4.2. | Programa N° 2: Conservación ecológica | 218 |
| 4.3.4.3. | Programa N° 3: Uso racional y aprovechamiento de recursos | 221 |
| 4.3.4.4. | Programa N° 4: Promoción de la planificación ambiental | 223 |
| V. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 226 |
| VI. | CONCLUSIONES | 229 |
| VII. | RECOMENDACIONES | 231 |
| VIII. | REFERENCIAS | 232 |
| IX. | ANEXOS | 236 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 1. | Etapas e instrumentos del esquema metodológico del ordenamiento territorial | 15 |
| Tabla 2. | Niveles de la aplicación de la Metodología de la ZEE..... | 20 |
| Tabla 3. | Tipos de cuenca según el área | 25 |
| Tabla 4. | Variables del primer objetivo específico..... | 32 |
| Tabla 5. | Variables del segundo objetivo específico | 32 |
| Tabla 6. | Variables del tercer objetivo específico | 33 |
| Tabla 7. | Centros poblados de los distritos de Huancayo y El Tambo | 38 |
| Tabla 8. | Ubicación geográfica de la Subcuenca Shullcas | 38 |
| Tabla 9. | Límites de la Subcuenca Shullcas | 39 |
| Tabla 10. | Rutas de acceso a la Subcuenca Shullcas | 41 |
| Tabla 11. | Vías de la Subcuenca Shullcas | 42 |
| Tabla 12. | Descripción de las formas fisiográficas de la Subcuenca Shullcas | 44 |
| Tabla 13. | Formas Fisiográficas de la Subcuenca Shullcas..... | 45 |
| Tabla 14. | Pendientes de la Subcuenca Shullcas | 49 |
| Tabla 15. | Descripción de los tipos de geomorfología de la Subcuenca Shullcas..... | 52 |
| Tabla 16. | Geomorfología de la Subcuenca Shullcas | 53 |
| Tabla 17. | Cálculos para la curva hipsométrica..... | 64 |
| Tabla 18. | Cálculo de la altitud media..... | 66 |
| Tabla 19. | Cálculos del índice de pendiente | 69 |
| Tabla 20. | Orden de ríos de la Subcuenca Shullcas..... | 73 |
| Tabla 21. | Resumen de parámetros fisiográficos de la Subcuenca Shullcas | 76 |
| Tabla 22. | Resumen de parámetros fisiográficos de las principales microcuencas de la Subcuenca Shullcas | 81 |
| Tabla 23. | Descripción de las unidades litoestratigráficas de la Subcuenca Shullcas..... | 83 |
| Tabla 24. | Unidades litoestratigráficas de la Subcuenca Shullcas | 87 |
| Tabla 25. | Descripción de los tipos de suelo de la Subcuenca Shullcas..... | 90 |
| Tabla 26. | Tipos de suelo de la Subcuenca Shullcas | 92 |
| Tabla 27. | Peligros geológicos en la Subcuenca Shullcas | 95 |
| Tabla 28. | Grados de susceptibilidad a inundaciones en la Subcuenca Shullcas | 96 |
| Tabla 29. | Descripción de las zonas de vida de la Subcuenca Shullcas | 98 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 30. Zonas de vida de la Subcuenca Shullcas | 99 |
| Tabla 31. Descripción de los tipos de cobertura vegetal y uso actual de la Subcuenca Shullcas | 101 |
| Tabla 32. Tipos de cobertura vegetal y uso actual de la Subcuenca Shullcas | 104 |
| Tabla 33. Climas de la Subcuenca Shullcas | 107 |
| Tabla 34. Valores de promedio anual de temperaturas de estaciones cercanas a la Subcuenca Shullcas | 110 |
| Tabla 35. Cálculo de la temperatura media por áreas parciales | 112 |
| Tabla 36. Ubicación de las estaciones pluviométricas | 116 |
| Tabla 37. Variación promedio mensual de las precipitaciones por estaciones | 118 |
| Tabla 38. Altitud y precipitación total anual de las estaciones | 120 |
| Tabla 39. Cálculo de la precipitación anual generada a partir de la ecuación potencial | 122 |
| Tabla 40. Cálculo de la precipitación media mediante isoyetas..... | 123 |
| Tabla 41. Precipitación total anual, altitud y latitud de las estaciones | 126 |
| Tabla 42. Cálculo de la precipitación anual generada a partir de la regresión múltiple..... | 127 |
| Tabla 43. Cálculo de la precipitación media mediante regresión múltiple | 128 |
| Tabla 44. Cálculo de precipitaciones por rango de altitud | 132 |
| Tabla 45. Precipitaciones por rangos de altitudes generadas por el método de correlación múltiple..... | 135 |
| Tabla 46. Cálculo de la precipitación generada a partir de la ecuación logarítmica..... | 136 |
| Tabla 47. Resultados de los 3 métodos para precipitación..... | 137 |
| Tabla 48. Áreas de las cuencas de recepción y caudales de las estaciones | 138 |
| Tabla 49. Registro de caudales mensuales (m ³ /s) de la estación Shullcas | 140 |
| Tabla 50. Cálculo de disponibilidad hídrica anual | 141 |
| Tabla 51. Caudales medios anuales a diferentes porcentajes de disponibilidad | 143 |
| Tabla 52. Años representativos según los caudales anuales a diferentes porcentajes de disponibilidad | 143 |
| Tabla 53. Ecuaciones generadas de las curvas de duración mensual | 151 |
| Tabla 54. Resumen de caudales generados a diferentes persistencias (l/s)..... | 152 |
| Tabla 55. Caudales generados a diferentes persistencias (m ³ /s) | 153 |
| Tabla 56. Distribución de caudales (m ³ /s) a diferentes persistencias..... | 154 |
| Tabla 57. Caudales característicos (m ³ /s) de años hidrológicos medios | 155 |
| Tabla 58. Caudales característicos (m ³ /s) de años hidrológicos muy secos | 156 |
| Tabla 59. Caudales característicos (m ³ /s) de años hidrológicos secos | 156 |
| Tabla 60. Caudales característicos (m ³ /s) de años hidrológicos húmedos | 156 |
| Tabla 61. Caudales característicos (m ³ /s) de años hidrológicos muy húmedos | 156 |
| Tabla 62. Caudales promedios (m ³ /s) de los años hidrológicos | 157 |
| Tabla 63. Flora de la Subcuenca Shullcas | 158 |
| Tabla 64. Fauna de la Subcuenca Shullcas..... | 160 |
| Tabla 65. Lagunas que originan al Río Shullcas | 162 |
| Tabla 66. Población por distrito | 163 |
| Tabla 67. Fuentes de agua para SEDAM Huancayo S.A. | 165 |
| Tabla 68. Actividades a la que se dedica la población de Huancayo y El Tambo | 169 |
| Tabla 69. Cultivos de Huancayo y El Tambo..... | 170 |
| Tabla 70. Tipos de ganados de Huancayo y El Tambo | 170 |
| Tabla 71. Lugares turísticos de la Subcuenca Shullcas | 173 |
| Tabla 72. Descripción del modelo de Capacidad de Uso Mayor de Tierras | 178 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 73. Grupo, clase y factores limitantes de la Capacidad de Uso Mayor del Suelo..... | 180 |
| Tabla 74. Capacidad de Uso Mayor de Tierras de la Subcuenca Shullcas..... | 183 |
| Tabla 75. Descripción del modelo de Conflictos de Uso | 186 |
| Tabla 76. Matriz multicriterio para determinar el Conflicto de Uso..... | 187 |
| Tabla 77. Conflictos por sobre uso..... | 188 |
| Tabla 78. Conflictos por sub uso..... | 188 |
| Tabla 79. Sin conflictos o Uso conforme | 189 |
| Tabla 80. Conflictos de Uso de la Subcuenca Shullcas | 189 |
| Tabla 81. Descripción del modelo de Susceptibilidad Física..... | 191 |
| Tabla 82. Criterios de valoración para la Susceptibilidad Física | 193 |
| Tabla 83. Susceptibilidad Física de la Subcuenca Shullcas | 195 |
| Tabla 84. Descripción del modelo de Aptitud Urbano Industrial | 198 |
| Tabla 85. Criterios de valoración para la Aptitud Urbano Industrial | 200 |
| Tabla 86. Aptitud Urbano Industrial de la Subcuenca Shullcas..... | 201 |
| Tabla 87. Descripción del modelo de Unidades Ambientales..... | 204 |
| Tabla 88. Ancho de faja marginal | 208 |
| Tabla 89. Unidades Ambientales de la Subcuenca Shullcas | 210 |
| Tabla 90. Lineamientos estratégicos del Plan de Ordenamiento Ambiental..... | 213 |
| Tabla 91. Lineamientos estratégicos del Plan de Ordenamiento Ambiental..... | 214 |
| Tabla 92. Protección de laderas con cercos vivos | 215 |
| Tabla 93. Reforestación con fines de protección y conservación | 216 |
| Tabla 94. Protección de cauces | 217 |
| Tabla 95. Restauración y conservación de bofedales..... | 218 |
| Tabla 96. Repoblación de camélidos sudamericanos domésticos..... | 219 |
| Tabla 97. Implementación de control y vigilancia en el ACR Huaytapallana | 220 |
| Tabla 98. Mejoramiento de la producción agrícola..... | 221 |
| Tabla 99. Mejoramiento de la producción agrostológica | 222 |
| Tabla 100. Educación y sensibilización ambiental | 223 |
| Tabla 101. Costo total de los proyectos del Plan de Ordenamiento Ambiental | 224 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Definición de Ordenamiento Territorial | 14 |
| Figura 2. Ventajas del Ordenamiento Ambiental | 16 |
| Figura 3. Etapas de la ZEE..... | 18 |
| Figura 4. Metodología de la Etapa de Formulación de la ZEE | 19 |
| Figura 5. Tipos de modelos | 22 |
| Figura 6. Sectores de una cuenca | 24 |
| Figura 7. Principios naturales del Desarrollo Sostenible..... | 26 |
| Figura 8. Formas Fisiográficas de la Subcuenca Shullcas | 46 |
| Figura 9. Imagen Satelital de la Subcuenca Shullcas | 46 |
| Figura 10. Cálculo de pendientes | 48 |
| Figura 11. Surface slope..... | 49 |
| Figura 12. Pendientes de la Subcuenca Shullcas..... | 50 |
| Figura 13. Geomorfología de la Subcuenca Shullcas..... | 54 |
| Figura 14. Rectángulo equivalente de la Subcuenca Shullcas | 61 |

| | |
|--|-----|
| Figura 15. Perfil longitudinal del río principal..... | 63 |
| Figura 16. Curva hipsométrica de la Subcuenca Shullcas..... | 65 |
| Figura 17. Orden de los ríos según Horton..... | 71 |
| Figura 18. Perfil transversal del tramo “A”..... | 79 |
| Figura 19. Perfil transversal del tramo “B”..... | 79 |
| Figura 20. Perfil transversal del tramo “C”..... | 79 |
| Figura 21. Unidades litoestratigráficas de la Subcuenca Shullcas..... | 88 |
| Figura 22. Tipos de suelo de la Subcuenca Shullcas..... | 93 |
| Figura 23. Grados de susceptibilidad a inundaciones en la Subcuenca Shullcas..... | 96 |
| Figura 24. Zonas de vida de la Subcuenca Shullcas..... | 99 |
| Figura 25. Tipos de cobertura vegetal y uso actual de la Subcuenca Shullcas..... | 105 |
| Figura 26. Climas de la Subcuenca Shullcas..... | 107 |
| Figura 27. Correlación Temperatura Vs. Altitud..... | 111 |
| Figura 28. Variación de la precipitación media mensual por estaciones..... | 119 |
| Figura 29. Correlación Precipitación Vs. Altitud..... | 121 |
| Figura 30. Variación de la precipitación por rangos de altitud..... | 133 |
| Figura 31. Correlación Precipitación Vs. Altitud – Ecuación representativa..... | 136 |
| Figura 32. Correlación Caudal Vs. Área..... | 139 |
| Figura 33. Curva de disponibilidad hídrica anual..... | 142 |
| Figura 34. Disponibilidad hídrica anual a diferentes porcentajes de frecuencias..... | 144 |
| Figura 35. Curva de duración de setiembre..... | 145 |
| Figura 36. Curva de duración de octubre..... | 145 |
| Figura 37. Curva de duración de noviembre..... | 146 |
| Figura 38. Curva de duración de diciembre..... | 146 |
| Figura 39. Curva de duración de enero..... | 147 |
| Figura 40. Curva de duración de febrero..... | 147 |
| Figura 41. Curva de duración de marzo..... | 148 |
| Figura 42. Curva de duración de abril..... | 148 |
| Figura 43. Curva de duración de mayo..... | 149 |
| Figura 44. Curva de duración de junio..... | 149 |
| Figura 45. Curva de duración de julio..... | 150 |
| Figura 46. Curva de duración de agosto..... | 150 |
| Figura 47. Distribución de caudales a diferentes persistencias..... | 154 |
| Figura 48. Caracterización de los años hidrológicos medios..... | 155 |
| Figura 49. Curvas de distribución de los años hidrológicos..... | 157 |
| Figura 50. Población urbana y rural por distrito..... | 163 |
| Figura 51. PEA y PEI por distritos..... | 164 |
| Figura 52. Tipos de materiales de las viviendas por distrito..... | 164 |
| Figura 53. Personas con seguro y sin seguro de salud por distrito..... | 168 |
| Figura 54. Personas que saben o no saben leer y escribir..... | 168 |
| Figura 55. Submodelos de la Zonificación Ambiental..... | 177 |
| Figura 56. Mapas temáticos utilizados para determinar la CUM de Tierras..... | 179 |
| Figura 57. Capacidad de Uso Mayor de Tierras de la Subcuenca Shullcas..... | 184 |
| Figura 58. Mapas temáticos utilizados para determinar el Conflicto de Uso..... | 187 |
| Figura 59. Conflictos de Uso de la Subcuenca Shullcas..... | 189 |
| Figura 60. Mapas temáticos utilizados para determinar la Susceptibilidad Física..... | 192 |
| Figura 61. Susceptibilidad Física de la Subcuenca Shullcas..... | 196 |

| | |
|--|-----|
| Figura 62. Mapas temáticos utilizados para determinar la Aptitud Urbano Industrial | 199 |
| Figura 63. Aptitud urbano Industrial de la Subcuenca Shullcas | 202 |
| Figura 64. Mapas temáticos utilizados para determinar las Unidades Ambientales | 205 |
| Figura 65. Unidades Ambientales de la Subcuenca Shullcas..... | 210 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|--|-----|
| Ecuación 1. $\%S = \Delta y \Delta x X 100$ | 48 |
| Ecuación 2. $Tang\theta = \Delta y \Delta x$ | 48 |
| Ecuación 3. $S^\circ = ArcTang\Delta y \Delta x$ | 48 |
| Ecuación 4. $KC = 0.28PA$ | 57 |
| Ecuación 5. $\Delta m = AL$ | 58 |
| Ecuación 6. $Ff = AL^2$ | 58 |
| Ecuación 7. $LM = P4 + P42 - A$ | 59 |
| Ecuación 8. $Lm = P4 - P42 - A$ | 59 |
| Ecuación 9. $S\% = 100 * DvLM$ | 59 |
| Ecuación 10. $Lc = HMR - Hm1000 * L$ | 62 |
| Ecuación 11. $Hm = \sum hi * siÁrea total$ | 66 |
| Ecuación 12. IP | 69 |
| Ecuación 13. $Dd = LiA$ | 73 |
| Ecuación 14. $Fr = N^\circ total de ríosA$ | 74 |
| Ecuación 15. $Es = A4Li$ | 74 |
| Ecuación 16. $Ct = N^\circ 1A$ | 75 |
| Ecuación 17. $Cm = HmA$ | 75 |
| Ecuación 18. $S = 7G2 + F2 + P + Pp + CV$ | 194 |

ÍNDICE DE MAPAS

| | |
|--|-----|
| Mapa 1. Mapa de ubicación | 40 |
| Mapa 2. Mapa de vías..... | 43 |
| Mapa 3. Mapa fisiográfico | 47 |
| Mapa 4. Mapa de pendientes | 51 |
| Mapa 5. Mapa geomorfológico | 55 |
| Mapa 6. Mapa de altitudes..... | 68 |
| Mapa 7. Mapa de orden de ríos | 72 |
| Mapa 8. Mapa de parámetros fisiográficos | 77 |
| Mapa 9. Mapa de perfiles longitudinales y transversales..... | 78 |
| Mapa 10. Mapa de microcuencas de la Subcuenca Shullcas..... | 82 |
| Mapa 11. Mapa geológico | 89 |
| Mapa 12. Mapa de suelos | 94 |
| Mapa 13. Mapa de geodinámica externa..... | 97 |
| Mapa 14. Mapa de zonas de vida | 100 |
| Mapa 15. Mapa de cobertura vegetal y uso actual | 106 |
| Mapa 16. Mapa climático | 108 |
| Mapa 17. Mapa de isotermas..... | 114 |
| Mapa 18. Mapa de estaciones..... | 117 |
| Mapa 19. Mapa de isoyetas – Ecuación potencial..... | 125 |
| Mapa 20. Mapa de isoyetas – Ecuación de regresión múltiple | 130 |
| Mapa 21. Mapa de isoyetas por rangos de altitud | 134 |
| Mapa 22. Mapa de fuentes de agua | 166 |
| Mapa 23. Mapa de catastro minero y pasivos ambientales mineros | 172 |
| Mapa 24. Mapa de lugares turísticos..... | 175 |
| Mapa 25. Mapa de Capacidad de Uso Mayor (CUM)..... | 185 |
| Mapa 26. Mapa de Conflictos de Uso | 190 |
| Mapa 27. Mapa de Susceptibilidad Física..... | 197 |
| Mapa 28. Mapa de Aptitud Urbano Industrial..... | 203 |
| Mapa 29. Mapa de Zonificación Ambiental..... | 211 |
| Mapa 30. Mapa de proyectos del Plan de Ordenamiento Ambiental | 225 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Fotografía - Municipalidad Provincial de Huancayo..... | 236 |
| Anexo 2. Fotografía - Municipalidad Distrital de El Tambo | 236 |
| Anexo 3. Fotografía - Vista panorámica de Huancayo desde el Cerrito de la Libertad..... | 237 |
| Anexo 4. Fotografía - Cruz de la Paz (Cochas Chico) | 237 |
| Anexo 5. Fotografía - Torre Torre..... | 238 |
| Anexo 6. Fotografía - Parada Virgen de las Nieves (ACR Huaytapallana) | 238 |
| Anexo 7. Fotografía - Área de Conservación Regional Huaytapallana | 239 |
| Anexo 8. Fotografía - Laguna Yana Uqsha..... | 239 |
| Anexo 9. Fotografía - Laguna Cocha Grande o Hatun Cocha (ACR Huaytapallana) | 240 |
| Anexo 10. Fotografía - Laguna Carhuacocha (ACR Huaytapallana)..... | 240 |
| Anexo 11. Fotografía - Nevado Huaytapallana (ACR Huaytapallana) | 241 |
| Anexo 12. Fotografía - Río Shullcas (Acopalca) | 241 |
| Anexo 13. Fotografía - Río Shullcas (Cochas Chico) | 242 |
| Anexo 14. Fotografía - Río Shullcas (Open Plaza) | 242 |
| Anexo 15. Fotografía - Río Shullcas (Casa de la Juventud y la Cultura de Huancayo)..... | 243 |
| Anexo 16. Fotografía - Río Shullcas (La Ribera) | 243 |
| Anexo 17. Fotografía - Descarga de desagüe doméstico al Río Shullcas (La Ribera)..... | 244 |
| Anexo 18. Fotografía - Encuentro del Río Shullcas y Río Mantaro | 244 |
| Anexo 19. Precipitación total mensual de la Estación Acobamba | 245 |
| Anexo 20. Precipitación total mensual de la Estación Acostambo | 245 |
| Anexo 21. Precipitación total mensual de la Estación Carhuacayán..... | 246 |
| Anexo 22. Precipitación total mensual de la Estación Choclococha..... | 247 |
| Anexo 23. Precipitación total mensual de la Estación Huancalpi | 247 |
| Anexo 24. Precipitación total mensual de la Estación Huayao | 248 |
| Anexo 25. Precipitación total mensual de la Estación Ingenio | 249 |
| Anexo 26. Precipitación total mensual de la Estación Jauja | 250 |
| Anexo 27. Precipitación total mensual de la Estación Lircay | 250 |
| Anexo 28. Precipitación total mensual de la Estación Ricrán..... | 251 |
| Anexo 29. Precipitación total mensual de la Estación Salcabamba | 252 |
| Anexo 30. Precipitación total mensual de la Estación Santa Ana..... | 252 |
| Anexo 31. Precipitación total mensual de la Estación Viques | 253 |
| Anexo 32. Precipitación total mensual de la Estación Yantac | 254 |
| Anexo 33. Anexo III A del DS N° 017-2009-AG., 2009 - Páramo | 255 |
| Anexo 34. Anexo III A del DS N° 017-2009-AG., 2009 - Tundra y Matorral desértico..... | 256 |
| Anexo 35. Anexo III A del DS N° 017-2009-AG., 2009 - Bosque seco | 256 |
| Anexo 36. Anexo III A del DS N° 017-2009-AG., 2009 - Bosque húmedo..... | 258 |
| Anexo 37. Anexo III B del DS N° 017-2009-AG., 2009 – Drenaje, Salinidad e Inundación... | 259 |
| Anexo 38. Anexo III B del DS N° 017-2009-AG., 2009 – Erosión, Microrelieve y Profundidad efectiva | 259 |
| Anexo 39. Anexo III B del DS N° 017-2009-AG., 2009 – Pendiente larga, Pendiente corta y Pedregosidad | 260 |
| Anexo 40. Anexo III B del DS N° 017-2009-AG., 2009 – Gravosidad o guijarrosidad, Textura y Fertilidad natural | 261 |

I. INTRODUCCIÓN

El área de estudio de la presente investigación es la Subcuenca Shullcas perteneciente a la cuenca del Río Mantaro, ubicada en el departamento de Junín y la provincia de Huancayo, se sabe también que en la margen derecha del Río Shullcas se encuentra el distrito de El Tambo y en la margen izquierda el distrito de Huancayo. Presenta un perímetro de 82.13 km y una superficie de 227.57 km² y se extiende altitudinalmente desde los 3100 m.s.n.m., la cual corresponde a la desembocadura del Río Shullcas en el Río Mantaro, hasta los 5500 m.s.n.m. que corresponde al Nevado Huaytapallana. Los distritos de El Tambo y Huancayo tienen 149197 y 113847 habitantes respectivamente, los cuales se encuentran asentados en los centros poblados: Palian, Uñas, Vilcacoto, Chamisería, Acopalca, Aza, Cullpa Baja, Cullpa Alta, Cochas Chico, Cochas Grande, entre otros.

En la Subcuenca Shullcas, los pobladores se dedican a diversas actividades económicas, las cuales presentan limitaciones debido a los problemas que se están presentando en los últimos años con el crecimiento poblacional, aquí se encuentran el crecimiento urbano, la escasez de los recursos hídricos, pérdida de áreas agrícolas, pérdida de cobertura vegetal, erosión de los suelos, degradación de bofedales, entre otros. Todo esto hace que no se aprovechen sosteniblemente los recursos, ya que a diversas zonas del área de estudio no se les da el uso correcto presentándose los conflictos de uso, es por ello que lo adecuado sería busca identificar diversas áreas homogéneas para darle un uso idóneo de acuerdo a sus potencialidades. En consecuencia, el propósito de la investigación es realizar un Plan de Ordenamiento Ambiental mediante el diagnóstico ambiental, la Zonificación Ambiental y la formulación de propuestas de proyectos y así lograr una mejoría de la calidad de vida la población.

1.1.Descripción y formulación del problema

1.1.1. Descripción del problema

En los últimos años se ha notado un incremento de la población en la provincia de Huancayo, ya que de acuerdo al último censo realizado en el año 2017, esta provincia pasó a ser la séptima más poblada del Perú, encontrándose 545 615 habitantes, con una tasa de crecimiento del 1.6% desde el 2007 al 2017 (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018). Se ha observado también que, el grado de urbanización, es decir el porcentaje de la población urbana respecto al total, se ha ido elevando con el pasar de los años, teniéndose para el año 1993 un 87%, para el año 2015 un 94% y para el año 2030 se espera superar al 96% respecto a la población total (Tejeda, 2017). Esto quiere decir que se está incrementando las migraciones de las zonas rurales a las zonas urbanas y que a su vez las áreas urbanas se han ido expandiendo.

Este crecimiento poblacional trae consigo diversas consecuencias, entre los cuales se encuentran los conflictos del por el uso del agua, ya que, el índice que escasez actual es de 52.99%, lo cual es considerado alto, denotando una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda (Tejeda, 2017). A su vez, una de las principales fuentes de agua proviene del deshielo glacial del nevado Huaytapallana, el cual en los últimos años se ve afectado por la reducción de su cobertura glacial, la cual era de 59.08 km² en 1970 y 24.58 km² en el 2009, perdiendo así el 58.40% de su superficie (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2014). Este deshielo, es ocasionado por el cambio climático y también por la presencia de actividades antrópicas de turismo vivencial, las cuales, dañan las capas de los glaciares, ya que deberían perderse naturalmente debido al ciclo natural del glaciar, pero lamentablemente no es así (Arroyo, J. et al., 2012). Esto nos indica que debería haber una mejor gestión respecto a las actividades turísticas en este nevado, para atenuar de cierta manera este deshielo glacial.

Existen además otras consecuencias que trae consigo el crecimiento poblacional y por tanto del área urbana, las cuales se ven reflejadas en una investigación realizada desde el año 1965 al 2015, la cual nos dice que este crecimiento tiene relación con la pérdida de áreas agrícolas, la pérdida de bosques y áreas naturales, entre las que se encuentran áreas con vegetación herbácea y arbustiva, tierras desnudas erosionadas y degradadas, y bosques fragmentados y plantados; también tiene relación con la pérdida de áreas húmedas y superficies de agua, entre los que se encuentran cuerpos de agua, pantanos y vegetación acuática (Arana, 2018). Al mismo tiempo que, se evidencia la aplicación de una serie de prácticas con efecto nocivo sobre los suelos por parte de la población, como las quemadas anuales de pastos, incendios forestales aparentemente provocados, el monocultivo que puede agotar la fertilidad natural de los suelos, cultivos agrícolas en terrenos expuestos a la erosión, construcción de trochas carrozables, entre otros (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 2017).

Por tanto, se plantea el Plan de Ordenamiento Ambiental, el cual consiste principalmente en identificar diversas zonas y asignarles un uso adecuado, teniendo en cuenta sus potencialidades y limitaciones. Esto también servirá como base para un ordenamiento territorial para que así se pueda elevar el potencial de los recursos de la zona de estudio, mediante propuestas de proyectos, y así alcanzar un desarrollo sostenible ecológico y económico que permita un mejor aprovechamiento de los recursos de la Subcuenca Shullcas y por tanto mejorar la calidad de vida de su población.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema Principal

¿Cómo contribuye el Plan de Ordenamiento Ambiental a la mejora de la calidad de vida de la población de la Subcuenca Shullcas?

1.1.2.2. Problemas Secundarios

- ¿Cómo contribuir al conocimiento de la situación ambiental actual de la Subcuenca Shullcas?
- ¿De qué manera determinar diferentes zonas de aprovechamiento de acuerdo a su potencial ecológico, económico y social?
- ¿De qué manera optimizar el aprovechamiento de los recursos de la Subcuenca Shullcas?

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes Nacionales

Ayala, Máximo. (2006) en su tesis “**Propuesta metodológica para el Ordenamiento Ambiental de la zona costera-marina del área metropolitana de Lima-Callao**”, tuvo como objetivo proponer una metodología de ordenamiento ambiental de la zona costera marina de Lima Metropolitana (entre Pucusana y Ancón) y las directrices para su implementación. Para ello se realizó un diagnóstico de la zona de estudio, se determinaron conflictos de uso del suelo, se determinaron zonas ambientalmente críticas y se realizó la zonificación del suelo según condiciones generales de uso para el ámbito continental y marino. Resultando así, siete categorías de ordenación, las cuales son: Zona de máxima protección (6,473 ha); Zona de desarrollo restringido (10,509 ha), Zona de desarrollo agropecuario (2,105 ha), Zona de desarrollo especial (66,529 ha); Zona de recuperación ambiental (4,670 ha); Zona compatible con la utilización urbanística (14,910 ha); y Zona de protección ecológica (13,054 ha), de un total de 117,648 ha. Finalmente se concluyó que la propuesta de ordenamiento ambiental de la zona costera marina de Lima Metropolitana se desarrolló por fases, las cuales son fase de organización, descripción, diagnóstico, prognosis, generación de propuestas; y de ejecución y seguimiento.

Palomino, Jimmy. (2008) en su tesis “**Plan de Ordenamiento Ambiental del centro poblado Liscay, provincia de Chincha-Región Ica**”, tuvo como objetivo conocer las condiciones

ambientales del territorio mediante un análisis físico, biótico y socioeconómico que permita formular la propuesta de ordenamiento ambiental para mejorar la calidad de vida de la población. Para ello se realizó un análisis mediante la visita a la zona, la elaboración de mapas temáticos y la contrastación con la bibliografía, se determinaron las categorías espaciales del ordenamiento ambiental y por último se formularon propuestas de proyectos para contribuir al desarrollo de la zona. Resultando así, la división del territorio de 90.5 km² en cuatro categorías espaciales: Apto para vicuñas (27.7%), Apto para agricultura (5.9%), Apto para ganadería (44.9%) y Zona de conservación y protección (21.5%). Finalmente se concluyó que el centro poblado Liscay constituye un valle interandino con potencial de recuso natural, definido por la existencia de camélidos, sometido en la pobreza, con proyección de desarrollo por ser un lugar adecuado para formular un plan piloto de ordenamiento ambiental.

Uriarte, Alex. (2010) en su tesis “**Plan de Ordenamiento Ambiental de la Microcuenca Tacurma**”, tuvo como objetivo formular el plan de ordenamiento ambiental de quebrada Tacurma - cuenca del Río Chillón. Para ello, se caracterizó la zona de estudio, se realizó la zonificación económica ecológica mediante la superposición de mapas y se propusieron propuestas de proyectos para el manejo y aprovechamiento de los recursos. Resultando así, la determinación de cinco unidades ambientales: Zonas de producción agrícola (8.84%), Zonas de producción agrostológica (18.54%), Zonas de producción forestal (17.79%), Zonas de tierra en protección (54.74%) y Áreas urbanas (0.09%) del área total de la microcuenca (20.20 km²). Finalmente se concluyó que el plan de ordenamiento ambiental permitirá optimizar el manejo adecuado y aprovechamiento de los recursos naturales permitiendo mejorar la calidad de vida de los pobladores apostados dentro de la microcuenca de la quebrada Tacurma.

Luna, Javier. (2010) en su tesis “**Plan de Ordenamiento Urbano Ambiental del distrito de Puente Piedra, Aplicación en la localidad de Santo Cristo**”, tuvo como objetivo identificar y determinar los problemas urbano ambientales, que inciden y afectan la calidad de vida de los

pobladores de la localidad de Santo Cristo del distrito de Puente Piedra. Para ello, se realizó un diagnóstico en campo y talleres participativos con los ciudadanos para luego realizar propuestas que solucionen los problemas existentes. Resultando así, que existe contaminación ambiental debido a las actividades productivas, que no se cumple la zonificación urbana aprobada por el Instituto Metropolitano de Planificación (IMP) y existe una inadecuada gestión de residuos sólidos, además se han identificaron zonas de riesgo, de las cuales resaltan los conglomerados de la parte baja del Río Chillón y a su vez se mencionó que hay un crecimiento poblacional en los últimos años. Finalmente se concluyó que hace falta implementar las propuestas metodológicas recomendadas en esta tesis, a fin de solucionar los problemas, para así mejorar la calidad de vida de los pobladores.

Bravo, Pamela. (2012) en su tesis “**Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Chamacha del Río Lurín**”, tuvo como objetivo elaborar la propuesta del plan de ordenamiento ambiental de la Subcuenca Chamacha del Río Lurín para contribuir a un proceso de desarrollo, de acuerdo a la Política Nacional Ambiental, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de la población involucrada en el área de estudio. Para ello, se evaluó el medio físico, natural y sociocultural de la subcuenca, se realizó la zonificación económica ecológica de dicha subcuenca utilizando modelos de integración de información y se propusieron soluciones técnicas mediante propuestas de proyectos. Resultando así, cinco unidades ambientales de la subcuenca Chamacha (88 km²): donde el 2.8% es apta para la producción agrícola, 12.9% para la producción forestal, 7.6% para la producción agrostológica, 0.6% para zonas urbanas y 76% como zonas aptas para tierras de protección. Finalmente se concluyó que la subcuenca constituye un ámbito geográfico, dinámico y sistemático con potencialidad de recursos por explotar en las actividades productivas de turismo y agricultura, a su vez constituye un escenario potencial para la aplicación de plan de ordenamiento ambiental, lo que contribuirá y orientará el desarrollo de las comunidades implicadas.

Aramburú, Jhoselyn. (2015) en su tesis “**Plan de Ordenamiento Ambiental para contribuir a mejorar la calidad de vida en la Microcuenca Pacapausa, Provincia de Parinacochas, Ayacucho**”, tuvo como objetivo elaborar el plan de ordenamiento ambiental mediante el diagnóstico, zonificación y propuestas para contribuir a la mejora de la calidad de vida de los pobladores. Para ello se realizó un diagnóstico ambiental, se determinaron las unidades ambientales aplicando criterios zonificación económica ecológica utilizando submodelos de integración de información y se formularon proyectos técnicos con la finalidad de contribuir al desarrollo socioeconómico. Resultando así, tres categorías de uso en la microcuenca Pacapausa (37.0 km²): Zona productiva (52.1%), Zona de protección y conservación ecológica (47.9%) y la Zona urbana (0.1%). Finalmente se concluyó que el plan de ordenamiento ambiental propuesto a través de la zonificación ambiental permitirá generar un ordenamiento ambiental basado en potencialidades y limitaciones, bajo una concepción de desarrollo sostenible, lo que permitirá optimizar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de los pobladores de la microcuenca.

Moreano, Jhuliana. (2017) en su tesis “**Plan de Ordenamiento Ambiental utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), en la Microcuenca Quebrada Acomayo - Cuenca del Río Chillón**”, tuvo como objetivo elaborar un plan de ordenamiento ambiental de la microcuenca Acomayo, mediante el uso de sistemas de información geográfica con la finalidad de elaborar propuestas de mejora que contribuyan a elevar el nivel de calidad de vida de los pobladores, para ello se realizó un diagnóstico ambiental de la zona de estudio, posteriormente se realizó la zonificación ambiental para la determinación de unidades ambientales, a partir de las cuales se formularon propuestas de proyectos de acuerdo a las necesidades y potencialidades determinadas del área de estudio. Resultando así que de la zona con un área de 10.49 km², se determinaron cinco unidades ambientales: Zona de producción agrícola (23.4%), Zona de producción forestal (8.8%), Zona de producción agrostológica (10.9%), Zona de tierras de protección (21.3%) y Zonas

Urbanas (0.6%). Finalmente, se concluyó que se realizó el diagnóstico físico, biológico, ambiental y socio ambiental de la microcuenca quebrada Acomayo, a su vez se determinaron las unidades ambientales de la zonificación económica ecológica y se plantearon tres propuestas de conservación de los recursos naturales.

Pariasca, Jorge. (2018) en su tesis “**Plan de Ordenamiento Ambiental Plan de la Subcuenca Llacomayqui - Provincia Huarochirí - Lima**”, tuvo como objetivo elaborar un plan de ordenamiento ambiental de la subcuenca Llacomayqui mediante la caracterización, zonificación ambiental y propuestas que contribuyan al desarrollo de la calidad de vida de la población. Para ello, se elaboró una caracterización ambiental de los aspectos, físicos, biológicos y socioeconómicos de la Subcuenca Llacomayqui, así mismo, se determinaron unidades ambientales mediante la zonificación ambiental y se formularon propuestas de proyectos que contribuyan al desarrollo socioeconómico de la subcuenca. Resultando así, que en la zona de estudio de 68.2 km² se identificaron 3 categorías de uso: Zona de vocación urbana (0.4%), Zona productiva (64.0%) y Zona de protección y conservación ecológica (35.6%). Finalmente, se concluyó que la subcuenca Llacomayqui presenta una potencialidad en la actividad agrícola, agrostológica y de turismo, además presenta un potencial para la aplicación del plan de ordenamiento ambiental, ya que solo el 0.4% del área de estudio son zonas urbanas, esto permitirá orientar el desarrollo de actividades que generen un beneficio a la población y en consecuencia mejorar la calidad de vida de la población.

1.2.2. Antecedentes Internacionales

Domínguez, Sandro. (2008) en su tesis “**Zonificación ambiental para el ordenamiento territorial de la Subcuenca bimunicipal del Rio Aguas Calientes, Nicaragua**” realizada en Costa Rica, tuvo como objetivo elaborar una propuesta de zonificación ambiental para el ordenamiento territorial, integrando factores biofísicos, socioeconómicos, criterios técnicos - legales y participativos para la subcuenca bimunicipal del río Aguas Calientes, Nicaragua. Para

ello, se recopiló información biofísica y socioeconómica, se realizó talleres de zonificación participativa con las comunidades, se realizó una zonificación utilizando el Arc View mediante la superposición de mapas mediante el análisis del conflicto del suelo la capacidad de uso de tierra. Resultando así, zonas potenciales para el desarrollo agrícola y pecuario, zonas adecuadas para desarrollo agropecuario, zonas para el desarrollo forestal y agroforestal, zonas de restauración ecológica, zonas protegidas, zona de amenazas naturales y miscelánea. Finalmente se concluyó dicha zonificación va a contribuir con el desarrollo sostenible de la subcuenca y que deberá ser socializada para la búsqueda de un consenso, por parte de los actores involucrados.

Montoya, Grace. (2011) en su tesis “**La zonificación ambiental en la cuenca media del Río Negro. Un modelo de aplicación en Útica (Cundinamarca, Colombia)**” realizado en España, tuvo como objetivo resaltar la utilidad de la información edafológica en la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos naturales en el Municipio de Útica, con lo cual será posible el aumento de su potencial agrícola, pecuario y forestal, así como la preservación del medio ambiente y la biodiversidad. Para ello, se identificaron los componentes ambientales de la zona, se realizó un estudio de suelos mediante un análisis físico, químico y biológico, además se realizó una zonificación agroecológica del área de influencia de Furatena (Procesadora de mieles) para seleccionar áreas aptas para desarrollar cultivos de caña de azúcar, áreas de conservación, protección y restauración de ecosistemas. Resultando así, la determinación de zonas de significancia ambiental, zonas de fragilidad ambiental, zonas en procesos de degradación y zonas para el desarrollo socioeconómico. Finalmente, se concluyó que la investigación resaltó la importancia de la información edafológica y se establecieron los lineamientos ambientales para el desarrollo de agricultura sostenible en la región estudiada.

Crissi, Vanesa. (2011) en su tesis “**Definición de usos de suelo y lineamientos para un Ordenamiento Territorial - Ambiental en la localidad de Isla Verde**” realizada en Argentina, tuvo como objetivo formular lineamientos sustentables para un ordenamiento territorial -

ambiental referidos a los usos del suelo y patrones de ocupación en la localidad de Isla Verde, provincia de Córdoba, comprendiendo los procesos de organización territorial a partir del concepto de lugar, como catalizador de las dimensiones: físico - espacial, socio-económica y jurídico - administrativa, integrando mecanismos de participación. Para ello, se realizó un diagnóstico de la zona de estudio, se desarrolló el método científico Stlocus para identificar las territorialidades predominantes para luego realizar un mapeo con Google Earth, se elaboró una matriz donde se sintetiza la información en rangos y se elaboraron propuestas sustentables para mejorar la calidad de vida de la población. Resultando así, que las territorialidades predominantes encontradas en la localidad son: urbana, periurbana y rural, asimismo se identificaron las vocaciones y principales problemáticas de cada uno. Finalmente, se concluyó que la investigación consistió en una propuesta metodológica de base territorial e investigación participativa, que ha incorporado también la dimensión ambiental desde el enfoque de la percepción, el riesgo ambiental y el potencial de sostenibilidad.

Mora, Melissa. y Ramírez, Tatiana. (2013) en su tesis “**Propuesta de zonificación ambiental para las Microcuencas de los Ríos Blanco y Culiapa, Bagaces, Costa Rica**” realizado en Costa Rica, el cual tuvo como objetivo elaborar una propuesta de zonificación ambiental que permita el manejo adecuado de los recursos naturales en las microcuencas de los ríos Blanco y Culiapa. Para ello, se realizó un diagnóstico físico y socioeconómico, un reconocimiento de actores y percepción de la población colindante al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), se realizó la zonificación ambiental basándose en la definición de las unidades de paisaje existentes, el análisis de la capacidad de uso de la tierra, las divergencias de uso de la tierra y la legislación que rige esas actividades. Resultando así, que el principal problema era el desarrollo de actividades agropecuarias que causaban la disminución de la cobertura boscosa y se propusieron: zonas potenciales para el desarrollo agropecuario, zonas para el desarrollo forestal y agroforestal, zonas de restauración ecológica y zonas de conservación. Finalmente, se concluyó la participación

comunitaria antes los diversos agentes económicos y sociales que modifican el paisaje, se deben tener en cuenta en la elaboración de cualquier propuesta de gestión de los recursos naturales, ya que ello determina su éxito o fracaso.

Chaparro, Luis. y Chávez, Ana. (2015) en su tesis **“Zonificación ambiental para la gestión integral del recurso hídrico en la Cuenca de la Quebrada Quisquiza en el Municipio de La Calera”** realizada en Colombia, tuvo como objetivo diseñar la zonificación ambiental orientada a la gestión integral del recurso hídrico en la cuenca hidrográfica de la quebrada Quisquiza en el municipio de La Calera. Para ello, se caracterizó los componentes físico - biótico, legal y socioeconómico, teniendo en cuenta el método de relación lluvia - escorrentía del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos para calcular la escorrentía, a su vez, se definieron las unidades de planificación usando matrices de decisión y la superposición de capas cartográficas y se formularon medidas para el desarrollo sostenible que se evalúa con el Índice de Desarrollo Sostenible (IDS). Resultando así: zonas de conservación y zonas de desarrollo socioeconómico sostenible y se sugirieron como usos principales, los cultivos semi - intensivos y producción con sistemas agroforestales. Se concluyó que el índice de escasez calculado es 16,19%, catalogado como un grado moderado de escasez, lo cual se tendrá en cuenta para tomar decisiones acordes a la realidad del territorio.

Arroyo, Jaén. (2015) en su tesis **“Alcances de la geomática y la evaluación multicriterio para el ordenamiento ecológico del territorio”** realizada en México, tuvo como objetivo resaltar la importancia de la geomática para llevar a cabo el estudio técnico del ordenamiento ecológico del territorio, destacando cada herramienta, metodologías de análisis y modelación cartográfica territorial para la toma de decisiones. Para ello, se realizó un diagnóstico para lo cual se definieron los sectores como: sector agrícola, sector ganadero, desarrollo urbano y áreas de conservación, se establecieron criterios para cada sector para valorarlos mediante una matriz numérica para evaluar el nivel de aptitud de cada sector, resultando así matrices de prioridad por sector y mapas

temáticos, se analizó los conflictos existentes y se realizan los mapas de conflictos por sector. Resultando así, que los mapas de aptitud se encuentran apegados al tipo de evaluación de factores y de asignación de pesos del diagnóstico y que el análisis de conflictos mostró la linealidad de la calculadora ráster, con resultados apegados a los polígonos de los cuáles se procesaron las estadísticas de promedio. Finalmente se concluyó que el análisis realizado con sistemas de información geográfica y la evaluación multicriterio, genera resultados que sirven para tomar decisiones respecto al ordenamiento territorial.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Elaborar el Plan de Ordenamiento Ambiental en la Subcuenca Shullcas - Junín que se ajuste a las condiciones ambientales y socioeconómicas de la zona de estudio para contribuir a su desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de su población.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico ambiental que incluye los aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales de la Subcuenca Shullcas.
- Elaborar una Zonificación Ambiental de la zona de estudio, para así determinar las unidades ambientales mediante el análisis de sus aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales.
- Formular propuestas de proyectos que contribuyan al desarrollo sostenible de la Subcuenca Shullcas.

1.4.Justificación

Se elaboró el Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas porque ahí existen diferentes problemas ambientales que derivan en su mayoría del crecimiento poblacional como son, la desglaciación del nevado Huaytapallana, uso inadecuado de las tierras, reducción de áreas agrícolas, pérdida de cobertura vegetal, degradación de bofedales, erosión de los suelos, sobre pastoreo de áreas naturales y malas prácticas de agricultura. A su vez se busca contribuir a la mejora la calidad de vida de la población involucrada mediante el aprovechamiento sostenible de los recursos elevando su potencial, la protección de la biodiversidad y mantener en equilibrio la conexión entre el hombre y la naturaleza. Todo esto habiendo realizado previamente un diagnóstico ambiental que involucra aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales.

1.4.1. Importancia

El Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas es fundamental para la población de los distritos de Huancayo y El Tambo, pues su superficie está comprendida por el 60% y 40% de los distritos antes mencionados respectivamente, ya que con ello se establecerá una distribución espacial del uso del suelo considerando sus limitaciones y potencialidades, minimizando así la degradación del ambiente debido al desarrollo de las actividades actuales. A su vez, se incluirán propuestas de proyectos para la mejora de la calidad de vida de la población involucrada mediante una adecuada gestión ambiental aplicando dichas propuestas por parte de las autoridades competentes, las cuales son la Municipalidad Provincial de Huancayo, la Municipalidad Distrital de El Tambo y el Gobierno Regional de Junín, aplicando los instrumentos administrativos y legales establecidos.

1.5.Hipótesis

El Plan de Ordenamiento ambiental en la Subcuenca Shullcas contribuirá a la mejora de la calidad de vida de los pobladores involucrados, mediante al aprovechamiento sostenible de sus recursos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Ordenamiento Territorial

El Ordenamiento Territorial es una política de Estado, un proceso político y técnico administrativo de toma de decisiones concertadas con los actores sociales, económicos, políticos y técnicos, para la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio, la regulación y promoción de la localización y desarrollo sostenible de los asentamientos humanos; de las actividades económicas, sociales y el desarrollo físico espacial sobre la base de la identificación de potenciales y limitaciones, considerando criterios ambientales económicos, socioculturales, institucionales y geopolíticos. Asimismo, hace posible el desarrollo integral de la persona como garantía para una adecuada calidad de vida (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2013). Se resume de la siguiente manera (Ver Figura 1):

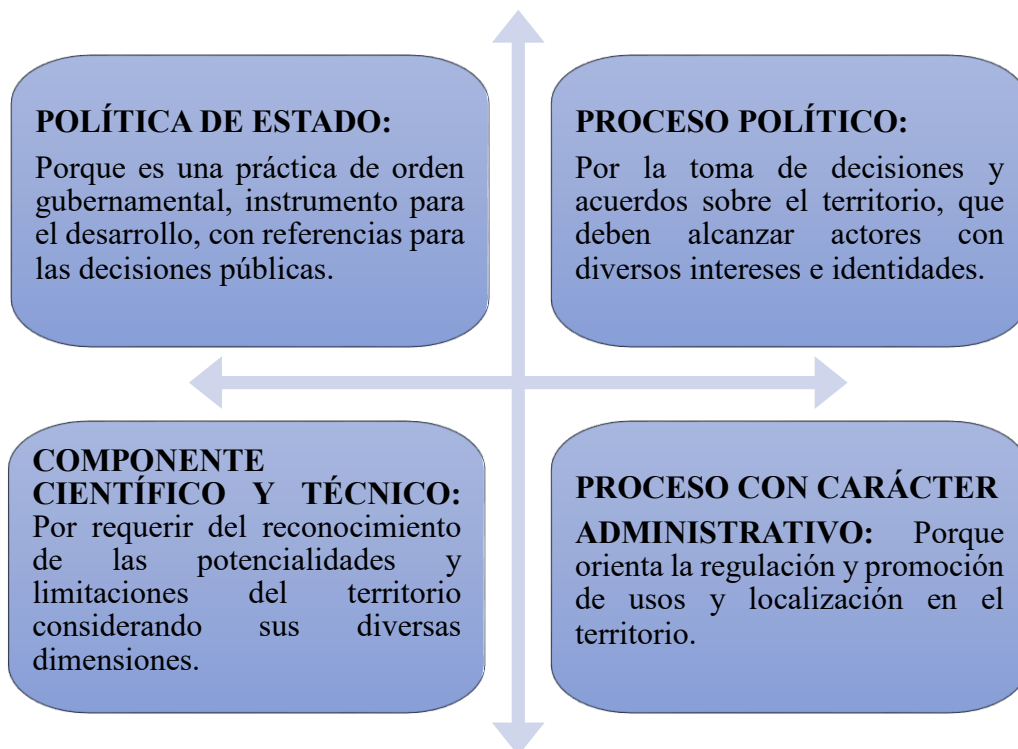


Figura 1. Definición de Ordenamiento Territorial

Fuente: (Grupo Propuesta Ciudadana, 2014)

2.1.1. Etapas e instrumentos del Ordenamiento Territorial

Las etapas del Ordenamiento Territorial son diagnóstico, formulación del plan y gestión, estas se describen a continuación (Ver Tabla 1):

Tabla 1. Etapas e instrumentos del esquema metodológico del ordenamiento territorial

| ETAPAS | | INSTRUMENTOS | |
|-----------------------------|---|---|--------------------------------------|
| DIAGNÓSTICO | Se determinan: -Potencialidades -Necesidades -Limitaciones del territorio | Instrumentos técnicos sustentatorios para el Plan de OT | Zonificación Económica Ecológica ZEE |
| | | | Estudios especializados |
| | | | Diagnóstico Integral del Territorio |
| FORMULACIÓN DEL PLAN | Para contar con el instrumento que determine posibles escenarios y como ordenar el territorio | Instrumentos de propuesta y gestión de OT | Análisis Prospectivo |
| | | | Diseño de modelo prospectivo |
| | | | Aprobación del Plan de OT |
| GESTIÓN | Se actúa sobre el territorio, generando el orden deseado por los actores | Implementación del plan de OT | Monitoreo y Evaluación |
| | | | Medición de indicadores |
| | | | Sistema de información |

Fuente: Adaptado de (Grupo Propuesta Ciudadana, 2014)

2.2. Ordenamiento Ambiental Territorial

El ordenamiento ambiental del territorio es un instrumento que forma parte de la política de ordenamiento territorial. Es un proceso técnico-político orientado a la definición de criterios e indicadores ambientales que condicionan la asignación de usos territoriales y la ocupación ordenada del territorio (Ley General del Ambiente N° 28611, 2005, Art. 19).

La asignación de usos se basa en la evaluación de las potencialidades y limitaciones del territorio utilizando, entre otros, criterios físicos, biológicos, ambientales, sociales, económicos y culturales, mediante el proceso de zonificación ecológica y económica (DS N° 008-2005-PCM., 2005, Art. 53).

En este marco, está implícito que el ordenamiento ambiental del territorio es parte indisoluble de un proceso mayor que es el ordenamiento territorial. Pues el OAT introduce la variable ambiental

en las políticas y planes de ordenamiento y/o acondicionamiento territorial (DCD N° 010-2006-CONAM-CD, 2006, Cap. 1).

El ordenamiento ambiental tiene por objeto establecer las condiciones de uso y de ocupación del territorio y de sus componentes con el fin de obtener el máximo aprovechamiento sin comprometer su calidad y sostenibilidad (DS N° 068-2001-PCM., 2001, Art. 22).

El ordenamiento territorial ambiental es un objetivo de la descentralización en materia de gestión ambiental. En el proceso de descentralización se prioriza la incorporación de la dimensión ambiental en el ordenamiento territorial de las regiones y en las áreas de jurisdicción local, como parte de sus respectivas estrategias de desarrollo sostenible (Ley N° 28611, 2005, Art. 22).

2.2.1. Ventajas del Ordenamiento Ambiental Territorial

El Ordenamiento Ambiental del Territorio es una herramienta indispensable para el desarrollo sustentable de las comunidades, al incorporar la participación de todos los sectores involucrados y elementos de planificación a mediano y largo plazo (Fundación Ambiente y Recursos Naturales [FARN], 2010). El Ordenamiento Ambiental Territorial nos permite (Ver Figura 2):

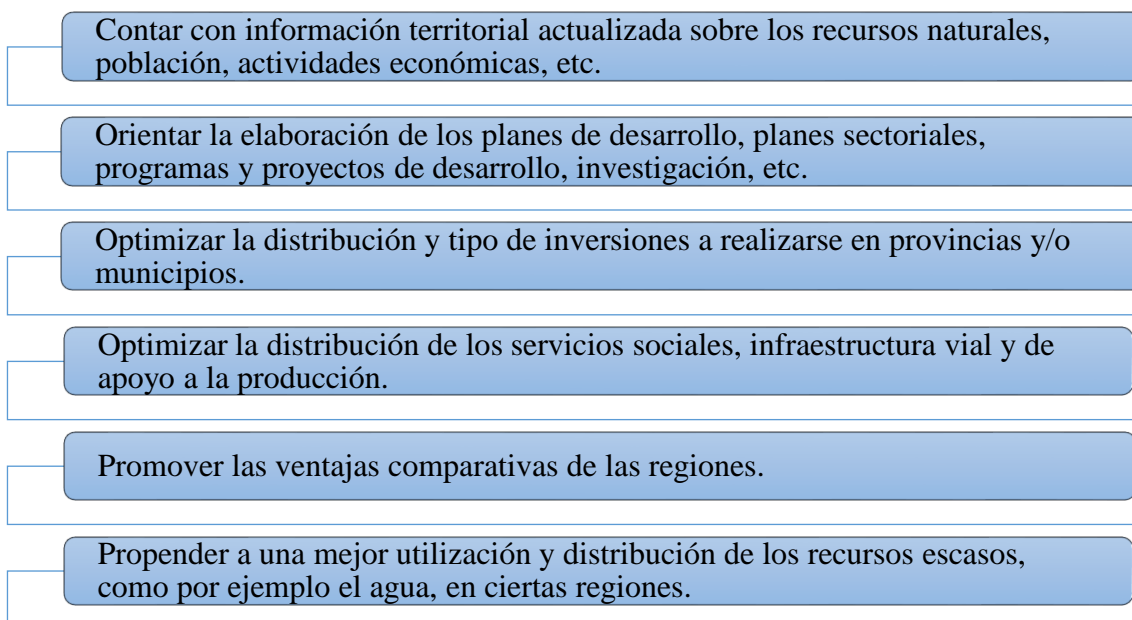


Figura 2. Ventajas del Ordenamiento Ambiental

Fuente: Adaptado de (Fundación Ambiente y Recursos Naturales [FARN], 2010)

2.3.Zonificación Económica Ecológica

La ZEE es un proceso dinámico y flexible para la identificación de diferentes alternativas de uso sostenible de un territorio determinado, basado en la evaluación de sus potencialidades y limitaciones con criterios físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales. Una vez aprobada, la ZEE se convierte en un instrumento técnico y orientador del uso sostenible de un territorio y de sus recursos naturales (DS N° 087-2004-PCM., 2004, Art. 1).

El propósito de este instrumento es facilitar la orientación de políticas, planes, programas y proyectos orientados al desarrollo mediante la identificación y caracterización de las unidades del territorio relativamente homogéneas para orientar la toma de decisiones sobre los mejores usos del mismo (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2015).

La ZEE se origina en un proyecto de la FAO de zonificación agroecológica en 1976. Su objetivo era estimar el potencial de producción de alimentos en el mundo, considerando la relación entre el clima y la composición del suelo. La ZEE es base para el Ordenamiento Territorial (Grupo Propuesta Ciudadana, 2014).

2.3.1. Objetivos de la ZEE

Según (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2013), los objetivos de la ZEE son:

- Conciliar los intereses nacionales de la conservación del patrimonio natural con el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- Orientar la formulación, aprobación y aplicación de políticas nacionales, sectoriales, regionales y locales sobre el uso sostenible de los recursos naturales y del territorio, así como la gestión ambiental en concordancia con las características y potencialidades de los ecosistemas, la conservación del ambiente, y el bienestar de la población.
- Proveer el sustento técnico para la formulación de los planes de desarrollo y de Ordenamiento Territorial, en el ámbito nacional, regional y local.

- Apoyar el fortalecimiento de capacidades de las autoridades correspondientes para conducir la gestión de los espacios y los recursos naturales de su jurisdicción.
- Proveen información técnica y el marco referencial para promover y orientar la inversión pública y privada.
- Contribuir a los procesos de concertación entre los diferentes actores sociales sobre la ocupación y uso adecuado del territorio.

2.3.2. Etapas de la ZEE

Las etapas de la ZEE son la inicial, formulación, aprobación, aplicación y monitoreo, evaluación y actualización, estas se describen a continuación (Ver Figura 3):

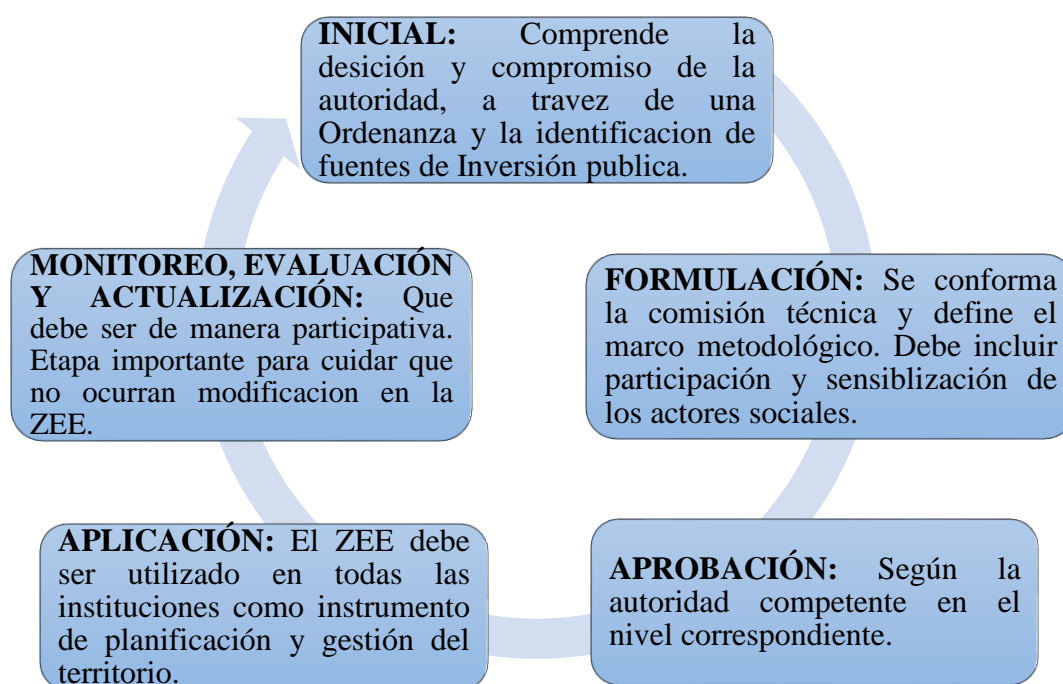


Figura 3. Etapas de la ZEE

Fuente: Adaptado de (Grupo Propuesta Ciudadana, 2014)

2.3.3. Metodología de la formulación de la ZEE

La metodología de la formulación de la ZEE divide en cinco fases las cuales son: Fase preliminar, Fase de generación de información temática, Fase de análisis, Fase de evaluación y Fase de validación (Ver Figura 4).

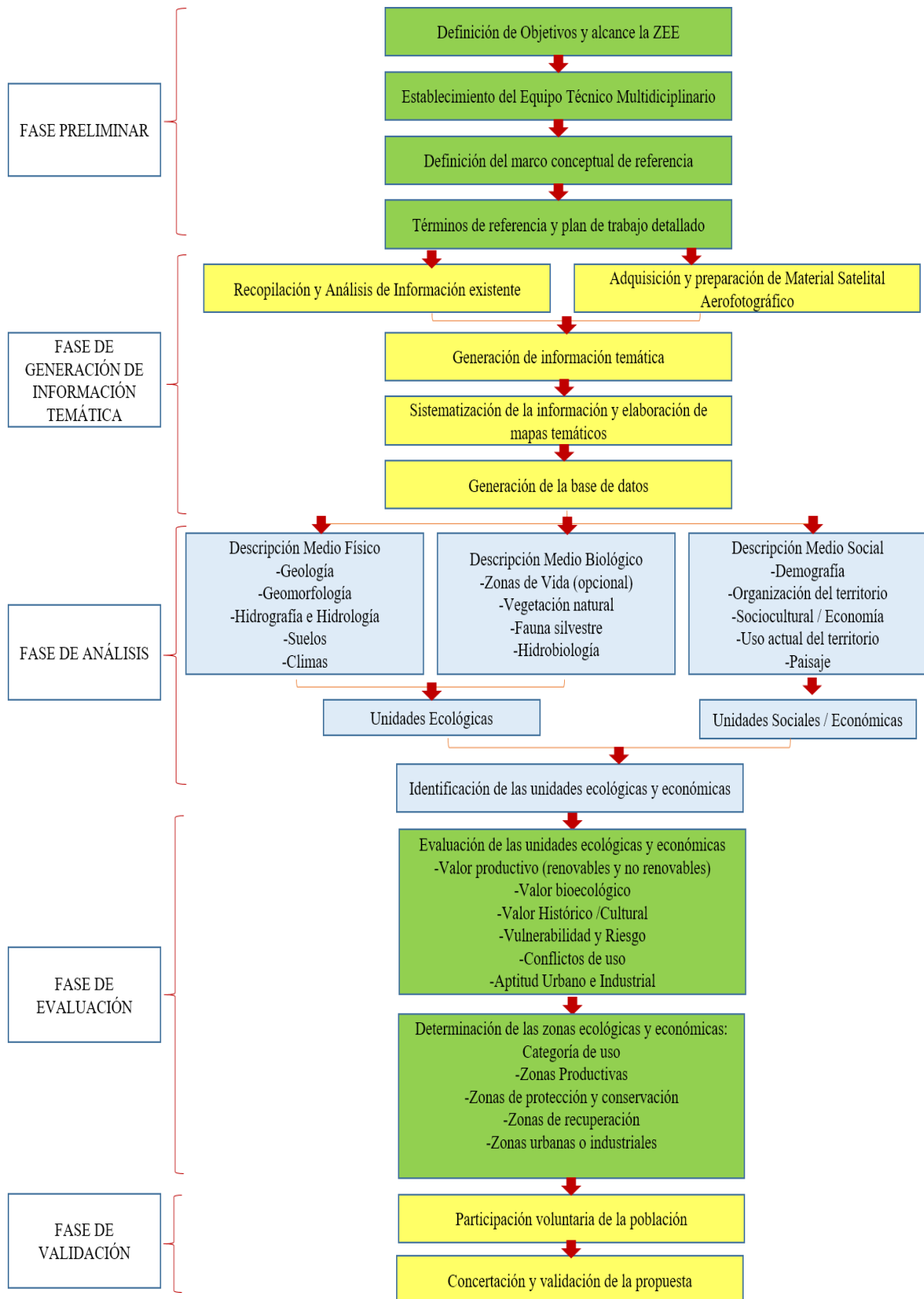


Figura 4. Metodología de la Etapa de Formulación de la ZEE

Fuente: (Grupo Propuesta Ciudadana, 2014)

2.3.4. Niveles de aplicación de la metodología de la ZEE

Los niveles de aplicación de la metodología de la ZEE van desde la macrozonificación, mesozonificación, hasta la microzonificación, estas se describen a continuación (Ver Tabla 2):

Tabla 2. Niveles de la aplicación de la Metodología de la ZEE

| NIVELES | APLICACIÓN | ESCALA | OBJETIVOS | UNIDADES ESPACIALES S-E |
|-------------------|--|--|---|---|
| MACROZONIFICACIÓN | A nivel nacional, macro regional, regional, y otros ámbitos grandes delimitando unidades espaciales. | Es menor o igual a una escala de 1:250,000 | Contribuir a la elaboración y aprobación de políticas y planes de desarrollo, de OT y acondicionamiento territorial. | Deben corresponder a provincias y distritos, según las características de cada territorio. |
| | | | Sirven de referencia a los otros niveles de aplicación. | |
| MESOZONIFICACIÓN | En ámbitos regionales, cuencas hidrográficas, e provincia y distritos o áreas específicas con superficies no muy grandes, incluyendo áreas metropolitanas. | Es mayor o igual a 1:100,000 | Contribuir a la elaboración de Planes de Desarrollo, de OT y Acondicionamiento Territorial, a la identificación y promoción de proyectos de desarrollo. | Unidades espaciales a semidetalle, con criterios biofísicos y socioeconómicos. |
| | | | Servir de referente de la microzonificación. | |
| MICROZONIFICACIÓN | A nivel local, en ámbitos relativamente pequeños, incluyendo áreas de zonas urbanas. | Mayor o igual a 1:25,000 | Definir usos específicos en áreas que requieran información precisa. Servir a la elaboración y aprobación de Proyectos de Desarrollo, Planes de Manejo de Áreas y temas del ámbito local, el OT y el acondicionamiento territorial y el desarrollo urbano. | A nivel de detalle, con criterios específicos del paisaje, y criterios socioeconómicos a nivel de las áreas de influencia de centros poblados, áreas de influencia urbana, y comunidades. |

Fuente: (DCD N° 010-2006-CONAM-CD, 2006, Cap. 2)

2.4. Planificación y Ordenamiento Territorial

La planificación sobre el uso del territorio es un proceso de anticipación y toma de decisiones relacionadas con las acciones futuras en el territorio, el cual incluye los instrumentos, criterios y aspectos para su ordenamiento ambiental (Ley N° 28611, 2005, Art. 19).

Dichos instrumentos constituyen procesos dinámicos y flexibles y están sujetos a la política ambiental del país. El Poder Ejecutivo, a propuesta del CONAM (Consejo Nacional del Ambiente), y en coordinación con los niveles descentralizados de gobierno, establece la política nacional en materia de Ordenamiento Ambiental Territorial, la cual constituye referente obligatorio de las políticas públicas en todos los niveles de gobierno. Los gobiernos regionales deben coordinar sus políticas de ordenamiento territorial con los gobiernos locales de su jurisdicción (DS N° 008-2005-PCM., 2005, Art. 53).

2.4.1. Objetivos de la Planificación y el Ordenamiento Territorial

Según (Ley N° 28611, 2005, Art. 20), la planificación y el ordenamiento territorial tienen entre sus objetivos los siguientes:

- a. Orientar la formulación, aprobación y aplicación de políticas nacionales, sectoriales, regionales y locales en materia de gestión ambiental y uso sostenible de los recursos naturales y la ocupación ordenada del territorio, en concordancia con las características y potencialidades de los ecosistemas, la conservación del ambiente, la preservación del patrimonio cultural y el bienestar de la población.
- b. Apoyar el fortalecimiento de capacidades de las autoridades correspondientes para conducir la gestión de los espacios y los recursos naturales de su jurisdicción, y promover la participación ciudadana, fortaleciendo a las organizaciones de la sociedad civil involucradas en dicha tarea.
- c. Proveer información técnica y el marco referencial para la toma de decisiones sobre la ocupación del territorio y el uso de los recursos naturales, y orientar, promover y potenciar la inversión pública y privada; sobre la base del principio de sostenibilidad.

- d. Contribuir a consolidar e impulsar los procesos de concertación entre el Estado y los diferentes actores económicos y sociales, sobre la ocupación y el uso adecuado del territorio y los recursos naturales, previniendo conflictos ambientales.
- e. Promover la protección, recuperación y/o rehabilitación de los ecosistemas degradados y frágiles.

2.5. Modelo

Un modelo es una abstracción o esquematización de algo para facilitar su comprensión (Fernández, s.f.). Un modelo simula el mundo real y posibilita predecir el comportamiento de un fenómeno de interés (Meza, 2010). El hombre concibe la representación de un objeto real para darle solución a un problema planteado (Álvarez, 1996) citado por (Valcárcel, s.f.).

2.5.1. Tipos de modelos

Existen modelos de simulación, de predicción y de decisión, estos se describen a continuación (Ver Figura 5):

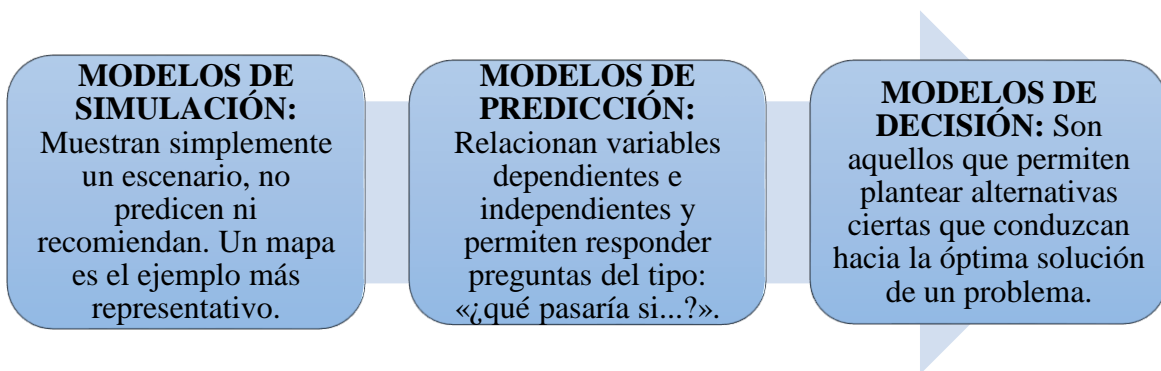


Figura 5. Tipos de modelos

Fuente: (Meza, 2010)

2.5.2. Modelamiento cartográfico

Se refiere a la utilización de las funciones de análisis de un SIG bajo una secuencia lógica, de tal manera que se puedan resolver problemas espaciales complejos. Los dos compartimientos fundamentales de un SIG son, la base de datos y la base de modelo (o reglas), sobre las cuales

operan los sistemas manejadores de datos. Por lo tanto, los datos temáticos deben ser convertidos en información utilizable con propósitos específicos a través de una interpretación formalizada y procesos de evaluación (Meza, 2010).

2.5.3. Modelamiento ZEE

El modelamiento es la manipulación interactiva de los mapas a través de diferentes submodelos preparados y organizados de acuerdo a una hipótesis planteada. Los modelos para la ZEE deben responder a estas hipótesis y trabajarse con un criterio interdisciplinario y participativo para que reflejen las potencialidades y limitaciones del territorio (DCD N° 010-2006-CONAM-CD, 2006, Cap 2).

El modelamiento para la ZEE no es meramente la aplicación de un software en particular, la evaluación de series de capas bajo determinados algoritmos de análisis, o la participación de un especialista SIG; sino que además es un espacio de trabajo técnico-participativo, multidisciplinario y de socialización de resultados en los equipos técnicos, así como la concertación de un producto único y flexible, que es representado en el mapa de ZEE (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2010).

2.5.3.1. Unidades Ecológicas Económicas

Las Unidades Ecológicas Económicas (UEE) son espacios geográficos que muestran los diferentes atributos del territorio desde el punto de vista de sus variables biofísicas y socioeconómicas e incluyen las distintas valoraciones de potencial y limitaciones obtenidos a través del desarrollo de submodelos (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2010).

2.6. Cuenca Hidrográfica

Es un área o espacio geográfico delineados por la cima de los cerros y la divisoria de aguas por el cual escurre el agua proveniente principalmente de las precipitaciones a un río, lago o mar;

constituyéndose en un sistema en el que interactúan factores naturales, socioeconómicos y culturales (DS N° 068-2001-PCM., 2001, Art. 87).

Una cuenca hidrográfica se refiere exclusivamente a las aguas superficiales, mientras que la cuenca hidrológica incluye las aguas subterráneas, es decir a los acuíferos (Universidad José Cecilio del Valle, 2011).

2.6.1. Sectores de una cuenca

En la cuenca, se distinguen tres sectores: Alto, Medio y Bajo, los cuales en función a las características topográficas del medio pueden influir en sus procesos hidrometeorológicos y en el uso de sus recursos (Llerena. 2003), citado por (Sociedad Geográfica de Lima, 2011). Estos sectores se describen a continuación (Ver Figura 6):

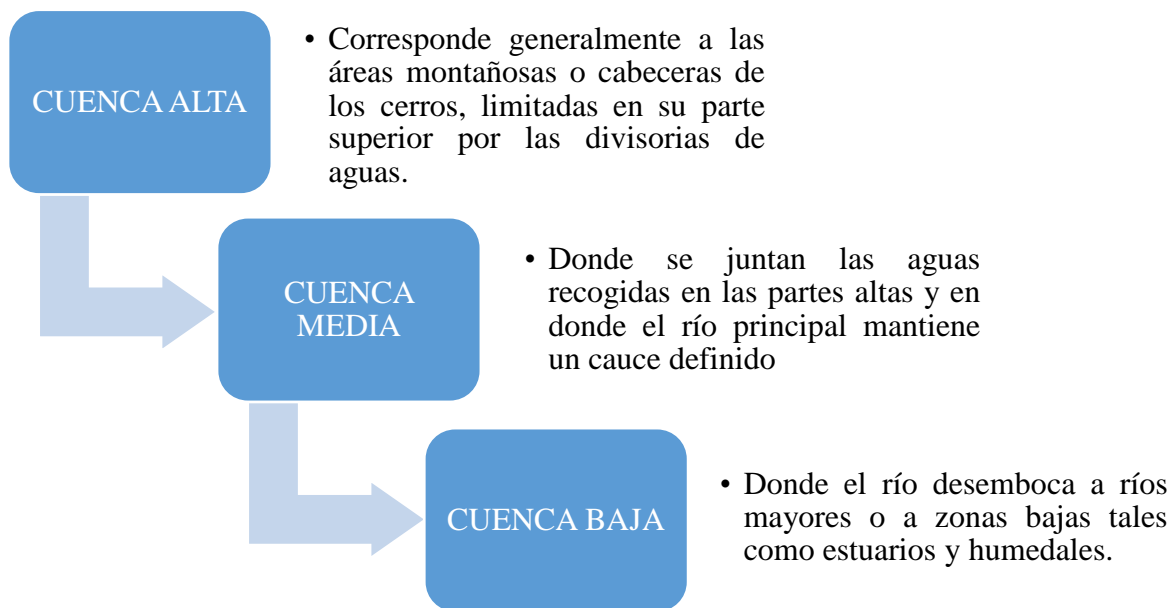


Figura 6. Sectores de una cuenca

Fuente: Adaptado de (Sociedad Geográfica de Lima, 2011)

2.6.2. Tipos de cuenca

En las cuencas existen situaciones físicas y socioeconómicas con variados grados de complejidad, sobre los cuales actúan factores técnicos, institucionales y políticos también diversos. Para

entender su funcionamiento y facilitar su manejo, se las clasifica en función de varios criterios (Aguirre, 2007). Según el área se clasifican en (Ver Tabla 3):

Tabla 3. Tipos de cuenca según el área

| | | |
|---------------------------------|--|-----------------------------|
| SISTEMA HIDROGRÁFICO | Conjunto de cuencas, cuyos ríos con sus afluentes desembocan en un mismo mar o lago. | >3000 km ² |
| CUENCA | Sistema integrado por varias subcuencas o microcuencas. | 1000 a 3000 km ² |
| SUBCUENCA | Conjunto de microcuencas que drenan a un solo cauce con caudal fluctuante pero permanente. | 150 a 1000 km ² |
| MICROCUENCA | Área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una subcuenca. | 40 a 150 km ² |
| QUEBRADA | Es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una microcuenca. | < 40 km ² |

Fuente: Adaptado de (Sociedad Geográfica de Lima, 2011) y (Aguirre, 2007)

2.6.3. Ordenamiento ambiental en una Cuenca

La cuenca hidrográfica constituye la unidad física básica y general de planificación y ordenamiento en materia de conservación y uso de suelos, aguas continentales y diversidad biológica (DS N° 068-2001-PCM., 2001, Art. 26).

En una cuenca se encuentran el bosque, los minerales, la biodiversidad, la ganadería, el suelo, los cultivos, el agua, las ciudades y los seres humanos. Se generan bienes en razón de las coberturas presentes (bosque natural, pastos, rastrojo, cultivos, potreros) y servicios por la relación entre precipitación, evapotranspiración y la escorrentía disponible para el riego, la energía y el agua potable. Interactúan componentes biofísicos, socio-culturales, económicos y demográficos tales como: la hidrología, los suelos, la fauna, la flora, la atmosfera y el clima; las clases sociales, los grupos, los patrones de conducta, las normas, las asociaciones, las instituciones y la diligencia política; la actividad productiva, la tenencia de la tierra, el uso del suelo, el consumo y el empleo; la población económicamente activa, su ocupación, sexo y edad (Morales, 2015).

La cuenca constituye una unidad adecuada para la planificación ambiental del territorio, dado que sus límites fisiográficos se mantienen en un tiempo considerablemente mayor a otras unidades de análisis, además involucran una serie de factores y elementos tanto espaciales como sociales, que permiten una comprensión integral de la realidad del territorio (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013).

2.7. Desarrollo Sostenible

Se entiende al desarrollo sostenible como un proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medida apropiadas de conservación y protección ambiental, de modo de no sobrepasar su capacidad de recuperación ni de absorción de desechos (Consejo Nacional del Ambiente [CONAM], 2005).

Es el desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades (Informe de Bruntland, 1987).

2.7.1. Principios naturales del Desarrollo Sostenible

Al actuar y ejecutar acciones para el desarrollo local, regional y nacional se deben tener en cuenta los siguientes principios (Ver Figura 7):

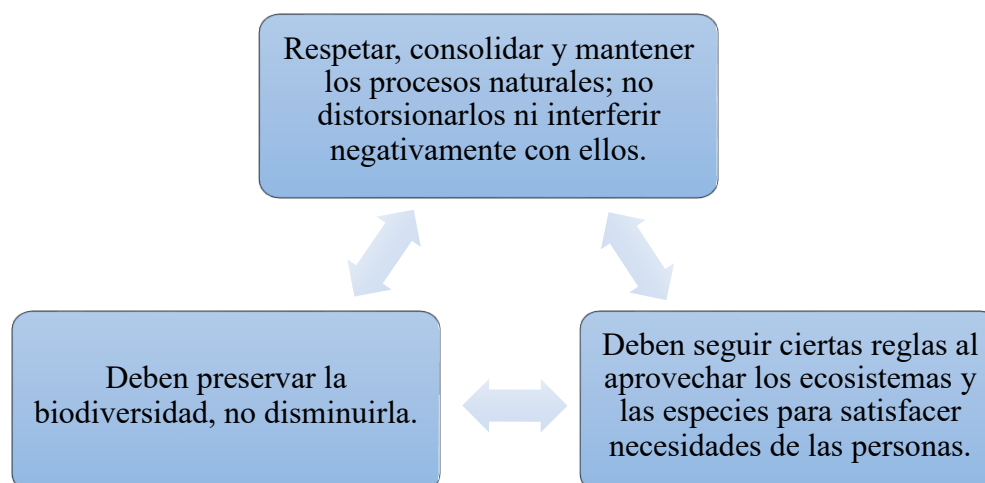


Figura 7. Principios naturales del Desarrollo Sostenible

Fuente: Adaptado de (Desarrollo Sostenible y Recursos Naturales, 2014)

2.7.2. Sostenibilidad

La sostenibilidad es un paradigma para pensar en un futuro en el cual las consideraciones ambientales, sociales y económicas se equilibran en la búsqueda del desarrollo y de una mejor calidad de vida. La sostenibilidad suele considerarse como un objetivo a largo plazo, mientras que el desarrollo sostenible se refiere a los muchos procesos y caminos que existen para lograr ese objetivo (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2012).

2.8.Marco Legal

▪ Constitución Política del Perú (1993)

En el Capítulo II, Del Ambiente y los Recursos Naturales nos menciona que: “Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal.” y que “El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.” En los Artículos 66 y 67 respectivamente.

▪ Ley General del Ambiente N° 28611 (2005)

Esta ley nos menciona que todos tenemos derecho a vivir en un ambiente saludable y también el deber de gestionar adecuadamente el ambiente y protegerlo, para asegurar la salud de las personas, la conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento sostenible de los recursos. Además, es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú.

▪ Ley Marco del Sistema de Gestión Ambiental N° 28245 (2004)

Esta ley asegura el cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas, fortalece los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental el rol que del CONAM y a las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales con el

fin de garantizar que cumplan sus funciones y que se eviten superposiciones, omisiones, duplicidad, vacíos o conflictos.

- **Reglamento de la Ley Marco del Sistema de Gestión Ambiental. Decreto Supremo N° 008-2005-PCM. (2005).**

Este decreto regula el funcionamiento del Sistema Nacional de Gestión Ambiental el cual orienta, integra, coordina, supervisa, evalúa y garantiza la aplicación de políticas, planes, programas y acciones para proteger el ambiente y contribuir a la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos.

- **Metodología para Zonificación Ecológica y Económica. Decreto del Consejo Directivo N° 010-2006-CONAM-CD. (2006).**

Este decreto establece la metodología a seguir para la ZEE que incorpora criterios físicos, químicos, biológicos, sociales, económicos y culturales, permitiendo a las circunscripciones del ámbito nacional, regional y local, contar con una herramienta flexible y accesible que servirá de base al diseño y formulación de políticas, planes, programas y proyectos orientados al desarrollo sostenible. A su vez en esta metodología se señala los requerimientos de información temática y cartográfica, conformación de la Comisión Técnica, niveles de participación de la población, herramientas informáticas y otros.

- **Ley sobre Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica N° 26839 (1997)**

Esta ley norma la conservación de la biodiversidad y la utilización sostenible de sus componentes lo cual implica entre otras cosas, conservar la diversidad de ecosistemas, especies y genes, así como mantener los procesos ecológicos esenciales de los que dependen la supervivencia de las especies y promover la participación equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de la biodiversidad.

- **Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales N° 26821 (1997)**

Esta ley norma el régimen promoviendo y regulando aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y no renovables, en tanto constituyen patrimonio de la Nación, estableciendo sus condiciones y las modalidades de otorgamiento a particulares y un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente y el desarrollo integral de la persona humana

- **Reglamento de Zonificación Económica Ecológica. Decreto Supremo N° 087-2004-PCM (2004)**

Este decreto reglamenta la ZEE, la cual nos orienta a la toma de decisiones sobre los mejores usos del territorio, considerando las necesidades de la población que la habita y en armonía con el ambiente. Nos detalla también entre otros puntos, los niveles de estudio, los enfoques, el esquema técnico metodológico, las categorías de uso y los niveles de calificación de las categorías de uso de la ZEE.

- **Guía Metodológica para la Elaboración de Instrumentos Técnico Sustentatorios para el Ordenamiento Territorial. Resolución Ministerial N° 15-2013-MINAM (2013)**

En esta resolución ministerial, nos hace referencia que el ordenamiento territorial es un proceso político y técnico administrativo de toma de decisiones, el cual tiene como instrumentos técnicos sustentatorios a la ZEE los Estudios Especializados y el Plan de Ordenamiento Territorial. Nos especifica a su vez y nos da a conocer las pautas en qué consisten cada uno de ellos.

- **Ley General de Recursos Hídricos N° 29338 (2009)**

Esta ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos basada, a su vez se menciona el principio de sostenibilidad donde nos dice que el Estado promueve el desarrollo sostenible de los Recursos Hídricos previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su territorio implicando la integración equilibrada de los aspectos socioculturales, ambientales y

económicos en el desarrollo nacional, y la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

- **Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763 (2011)**

Esta ley promueve la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre dentro del territorio nacional, logrando una armoniosa convivencia con nuestro entorno social económico y ambiental, además tiene por objetivo, establecer el marco legal para regular y supervisar la actividad forestal y de fauna silvestre.

- **Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972 (2003)**

En el artículo 73 nos dice que dentro del marco de las competencias específicas de las municipalidades provinciales comprende planificar integralmente el desarrollo local y el ordenamiento territorial.

- **Ley Orgánica de Gobiernos Regionales N° 27867 (2002)**

En el artículo 53 se detalla las funciones en materia ambiental y de ordenamiento territorial, dentro de las cuales se menciona que la función de formular, aprobar, ejecutar, evaluar, dirigir, controlar y administrar los planes y políticas en materia ambiental y de ordenamiento territorial, en concordancia con los planes de los Gobiernos Locales.

- **Ley de Descentralización N° 27783 (2002)**

En el artículo 6 se plantean los objetivos de la descentralización que incluyen los de nivel ambiental, uno de ellos, siendo uno de ellos el ordenamiento territorial y del entorno ambiental, desde los enfoques de la sostenibilidad del desarrollo y otro la gestión sostenible de los recursos naturales y mejoramiento de la calidad ambiental.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es descriptiva ya que llegaremos a conocer los aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales a través de la descripción de las variables dependientes e independientes. A su vez es de tipo correlacional porque se establecerán relaciones entre sus diferentes variables mediante la superposición de mapas temáticos.

3.1.1. Diseño de Investigación

El diseño de esta investigación es del método inductivo ya que irá de lo particular a lo general y a su vez no experimental porque se estudiarán los fenómenos en su entorno natural y no se manipulará sus variables.

3.2.Ámbito temporal y espacial

La presente investigación se desarrolló durante los años 2018 y 2019, hidrográficamente comprende la Subcuenca Shullcas perteneciente a la cuenca del Río Mantaro y políticamente se encuentra ubicada en el departamento de Junín y la provincia de Huancayo, abarcando principalmente en los distritos de Huancayo y El Tambo.

3.3.Variables

En el Plan de Ordenamiento Ambiental se identificó las siguientes variables de acuerdo a cada uno de los tres objetivos específicos (Ver Tabla 4, Tabla 5 y Tabla 6):

Tabla 4. Variables del primer objetivo específico

| OBJETIVO N° 1 Diagnóstico Ambiental | DEPENDIENTE | INDEPENDIENTE | UNIDADES |
|--|------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Físico | Clima y ecología | Precipitación | mm |
| | | Temperatura | °C |
| | | Altitud | m.s.n.m. |
| | Recursos hídricos | Cantidad | l/s |
| | Suelos | Fertilidad | (N, K, P) % |
| | | Textura | (Limo, arena, arcilla) % |
| | | pH | Unidades de pH |
| | | Profundidad | Cm |
| Uso actual | km ² | | |
| Relieve del Terreno | Pendiente | % | |
| Biológico | Flora | Especies | Unidades |
| | Fauna | Especies | Unidades |
| | Patrimonio ecológico | Áreas naturales protegidas | Unidades |
| Socioeconómico | Ingreso económico | Actividad económica | S/. |
| | Población | Habitantes | Unidades |
| | | Densidad poblacional | hab/km ² |
| | | PEA y PEI | % |
| | Vivienda | Tipo de material | Unidades |
| | Salud | Habitantes con SIS | % |
| | | Agua potable | m ³ |
| | | Energía eléctrica | Watts |
| Disposición de RRSS | | Ton/año | |
| Educación | Habitantes analfabetos | % | |
| Cultural | Actividades turísticas | Atractivos turísticos | Unidades |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5. Variables del segundo objetivo específico

| OBJETIVO N° 2 | DEPENDIENTE | INDEPENDIENTE | UNIDADES |
|------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------|
| Zonificación Ambiental | Capacidad de Uso Mayor | Zonas de vida | km ² |
| | | Tipos de suelo | km ² |
| | | Fisiografía | km ² |
| | | Pendientes | % |
| | | Tipo de cobertura vegetal | km ² |
| | Conflictos de Uso | Capacidad de Uso Mayor | km ² |
| | | Uso actual del suelo | km ² |
| | Susceptibilidad Física | Geología | km ² |
| | | Fisiografía | km ² |

| | | | |
|---------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------|
| | | Pendientes | % |
| | | Precipitación | mm |
| | | Tipo de cobertura vegetal | km ² |
| | Aptitud Urbano Industrial | Geología | km ² |
| | | Fisiografía | km ² |
| | | Pendientes | km ² |
| | | Peligros por geodinámica externa | km ² |
| | | Redes viales | km |
| Pasivos ambientales | Unidades | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Variables del tercer objetivo específico

| OBJETIVO N° 3 | DEPENDIENTE | INDEPENDIENTE | UNIDADES |
|--|--------------------|----------------------|-----------------|
| Formulación de propuestas de proyectos | Programas | Proyectos | Documentos |

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La investigación se centra en la Subcuenca Shullcas que forma parte de la Cuenca del Río Mantaro, ésta incluye a los distritos de Huancayo y El Tambo, los cuales pertenecen a la provincia de Huancayo y al departamento de Junín, ambas son consideradas las ciudades más importantes de dicha subcuenca por su economía creciente y es ahí donde se presentan diversos problemas ambientales.

3.4.2. Muestra

Es una muestra determinística y no probabilística que obedece a un propósito específico de la investigación.

3.1. Instrumentos

3.1.1. Información cartográfica

- Información vectorial de las Cartas Nacionales del Instituto Geográfico Nacional (IGN) (Hojas 24 m - Pampas y 25 m - Huancayo) a escala 1/100000 para elaborar el mapa de ubicación.
- Imágenes Aster Global Digital Elevation Model (Aster-GDEM) del Ministerio del Ambiente (MINAM) con resolución de 30 m para elaborar el mapa de pendientes.
- Información vectorial de Vías del Instituto Geológico, Minero, Metalúrgico (INGEMMET) (Hojas 24 m - Jauja y 25 m - Huancayo) a escala 1/100000 y del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTC) para elaborar el mapa de vías.
- Mapa Fisiográfico del SIAR (Sistema Regional de Información Ambiental) de Junín a escala 1/100000 para elaborar el mapa fisiográfico.
- Imágenes QuickBird de Google Earth para validar el mapa fisiográfico.
- Mapa Geomorfológico del Instituto Geológico, Minero, Metalúrgico (INGEMMET) a escala 1/1000000 para elaborar el mapa geomorfológico.
- Información vectorial de las Cartas Geológicas del Instituto Geológico, Minero, Metalúrgico (INGEMMET) (Hojas 24 m - Jauja y 25 m - Huancayo) a escala 1/100000 para elaborar el mapa geológico.
- Mapa de Suelos del Perú del SIAR (Sistema Regional de Información Ambiental) de Junín a escala 1/100000 para elaborar el mapa de suelos.
- Información vectorial del Mapa de Susceptibilidad a Inundaciones Fluviales del Instituto Geológico, Minero, Metalúrgico (INGEMMET) a escala 1/250000 para elaborar el mapa de geodinámica externa.

- Información vectorial del Mapa de Peligros Geológicos del Instituto Geológico, Minero, Metalúrgico (INGEMMET) a escala 1/250000 para elaborar el mapa de geodinámica externa.
- Mapa de Zonas de Vida del Dr. L. Holdrige del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) a escala 1/100000 para elaborar el mapa de zonas de vida.
- Información vectorial del Mapa de Cobertura Vegetal del Ministerio del Ambiente (MINAM) a escala 1/100000 para elaborar el mapa de cobertura vegetal.
- Información vectorial del Mapa de Uso Actual del Suelo del SIAR (Sistema Regional de Información Ambiental) de Junín a escala 1/100000 para elaborar el mapa de uso actual del suelo.
- Información vectorial del Mapa de Clasificación Climática del Perú elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) a escala 1/5000000 para elaborar el mapa climático.
- Información vectorial del Mapa de Catastro Minero del Instituto Geológico, Minero, Metalúrgico (INGEMMET) a escala 1/50000 para elaborar el mapa de catastro minero.
- Información vectorial del Mapa de Pasivos Ambientales Mineros del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) a escala 1/100000 para elaborar el mapa de pasivos ambientales mineros.
- Información vectorial del Mapa de Capacidad de Uso Mayor de Suelos del SIAR (Sistema Regional de Información Ambiental) de Junín a escala 1/100000 para elaborar el mapa de capacidad de uso mayor de suelos.

Para la elaboración de los mapas de la presente investigación, toda la información anteriormente mencionada se ajusta a una escala de 1/100000.

3.1.2. Software

- Arc Gis 10.4. - Programa de ESRI, para el procesamiento de la información temática y la elaboración de todos los mapas.
- Q Gis 2.18 – Software libre, para el procesamiento de la información temática.
- Google Earth. Aplicación de Microsoft, para visualizar el relieve del área de estudio.
- AutoCad 2018 – Programa de Autodesk para la elaboración del perfil longitudinal del río principal y el rectángulo equivalente de la subcuenca.
- Microsoft Excel 2016 – Programa de Microsoft para realizar diferentes cálculos y gráficos.

3.1.3. Equipos

- Cámara digital – HUAWEI P9 lite 13 megapíxeles para capturar fotos de nuestra salida de campo
- Laptop HP, Procesador CORE i5 - 2.4 GHz, RAM 8GB, Sistema 64 bit, Edición Windows 10 para la elaboración de los mapas y la redacción de la investigación.
- Calculadora científica CASIO fx-991ES PLUS para realizar cálculos.

3.2.Procedimientos

Esta investigación se ha desarrollado en 3 etapas, las cuales son: reconocimiento, campo y gabinete:

3.2.1. Reconocimiento:

Esta etapa consiste en la recopilación de toda la información posible para la investigación, entre ellos se encuentran, la revisión de antecedentes y la revisión bibliográfica para tener un panorama referencial de la problemática y realizar el plan de trabajo de la investigación, también consta de la preparación de la información temática del área de estudio en formato vectorial o ráster.

3.2.2. Campo:

En esta etapa se realiza el recorrido del área de estudio, las entrevistas a la población y el levantamiento de la información necesaria, esto es para tener un panorama real de la problemática y para verificar los mapas temáticos previos con la realidad de la subcuenca.

3.2.3. Gabinete:

Se subdivide en diagnóstico de la subcuenca, zonificación ambiental de la subcuenca y propuestas de proyectos para el ordenamiento ambiental.

- **Diagnóstico de la Subcuenca:**

En esta etapa se realiza un diagnóstico de los aspectos: físico (fisiografía, pendientes, geomorfología, geología, suelos, geodinámica externa, ecología, cobertura vegetal, uso actual y clima), biológico (flora, fauna y áreas naturales protegidas), socioeconómico (población, servicios básicos y actividades económicas) y cultural (atractivos turísticos) del área de estudio.

- **Zonificación Ambiental de la Subcuenca:**

Posteriormente se realiza la Zonificación Ambiental, para ello se elaboran sub modelos preliminares utilizando la información del diagnóstico previo, para luego poder realizar el modelo final de zonificación ambiental.

- **Propuestas para el Ordenamiento Ambiental:**

Por último, se plantean propuestas de proyectos para el aprovechamiento adecuado de los recursos del área de estudio.

IV. RESULTADOS

4.1. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

4.1.1. Ubicación

4.1.1.1. Ubicación Política

La Subcuenca Shullcas se encuentra en los distritos de El Tambo y Huancayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín y en la margen izquierda del Río Mantaro a la cual pertenece hidrográficamente, asimismo en el margen derecho del río principal de la subcuenca (Río Shullcas) se encuentra el distrito de El Tambo y en el margen izquierdo se encuentra el distrito de Huancayo.

Los distritos de Huancayo y El Tambo incluyen a varios centros poblados, pero los principales centros poblados que se encuentran en la Subcuenca Shullcas son los siguientes (Ver Tabla 7):

Tabla 7. Centros poblados de los distritos de Huancayo y El Tambo

| Huancayo | El Tambo |
|-----------------|-----------------|
| -Palian | -Aza |
| -Uñas | -Cullpa Baja |
| -Vilcacoto | -Cullpa Alta |
| -Chamisería | -Cochas Chico |
| -Acopalca | -Cochas Grande |

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2. Ubicación Geográfica

La Subcuenca Shullcas, se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas (Ver Tabla 8):

Tabla 8. Ubicación geográfica de la Subcuenca Shullcas

| Sistemas de Coordenadas | Geográficas | Universal Trasversal Mercator (UTM) |
|--------------------------------|-----------------------|--|
| Longitud | 75° 01' W - 75° 15' W | 474000 m - 496000 m |
| Latitud | 11° 52' S - 12° 07' S | 8665000 m - 8688000 m |

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3. Extensión y límites

La subcuenca de estudio ocupa un área de 227.57 km², con un perímetro de 82.13 km. De su área total, 90.89 km² (39.94%) se encuentra en el distrito de El Tambo y 136.68 km² (60.06%) en el distrito de Huancayo. Se encuentra limitada por los siguientes distritos (Ver Tabla 9):

Tabla 9. Límites de la Subcuenca Shullcas

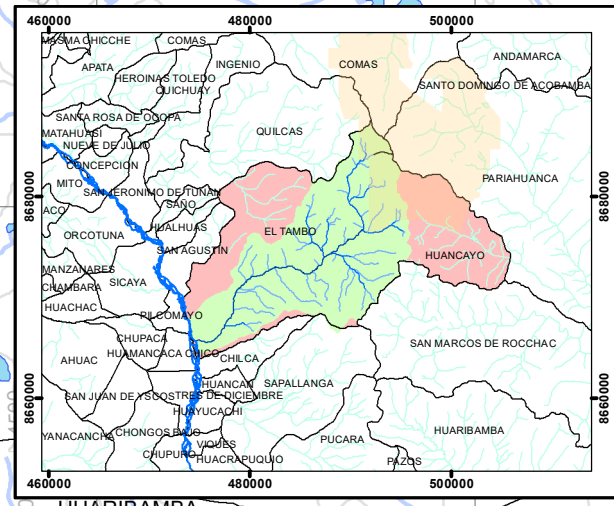
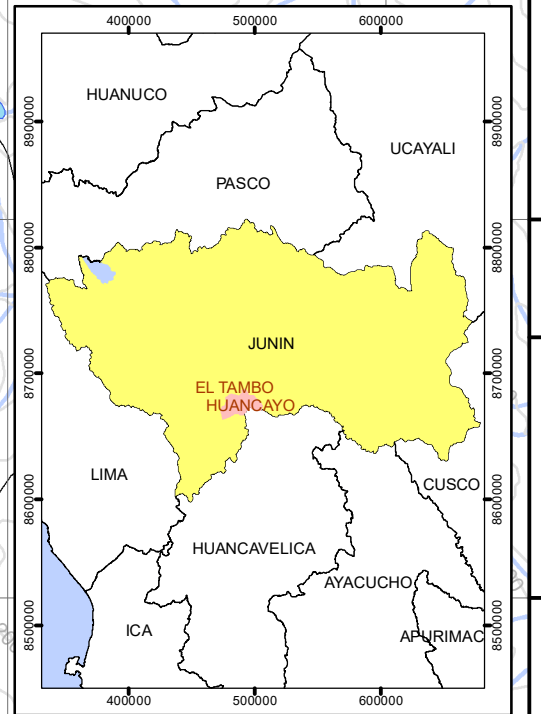
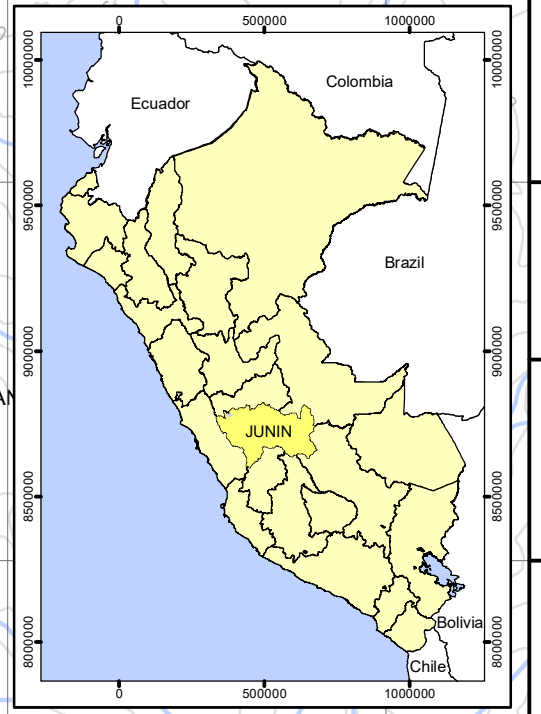
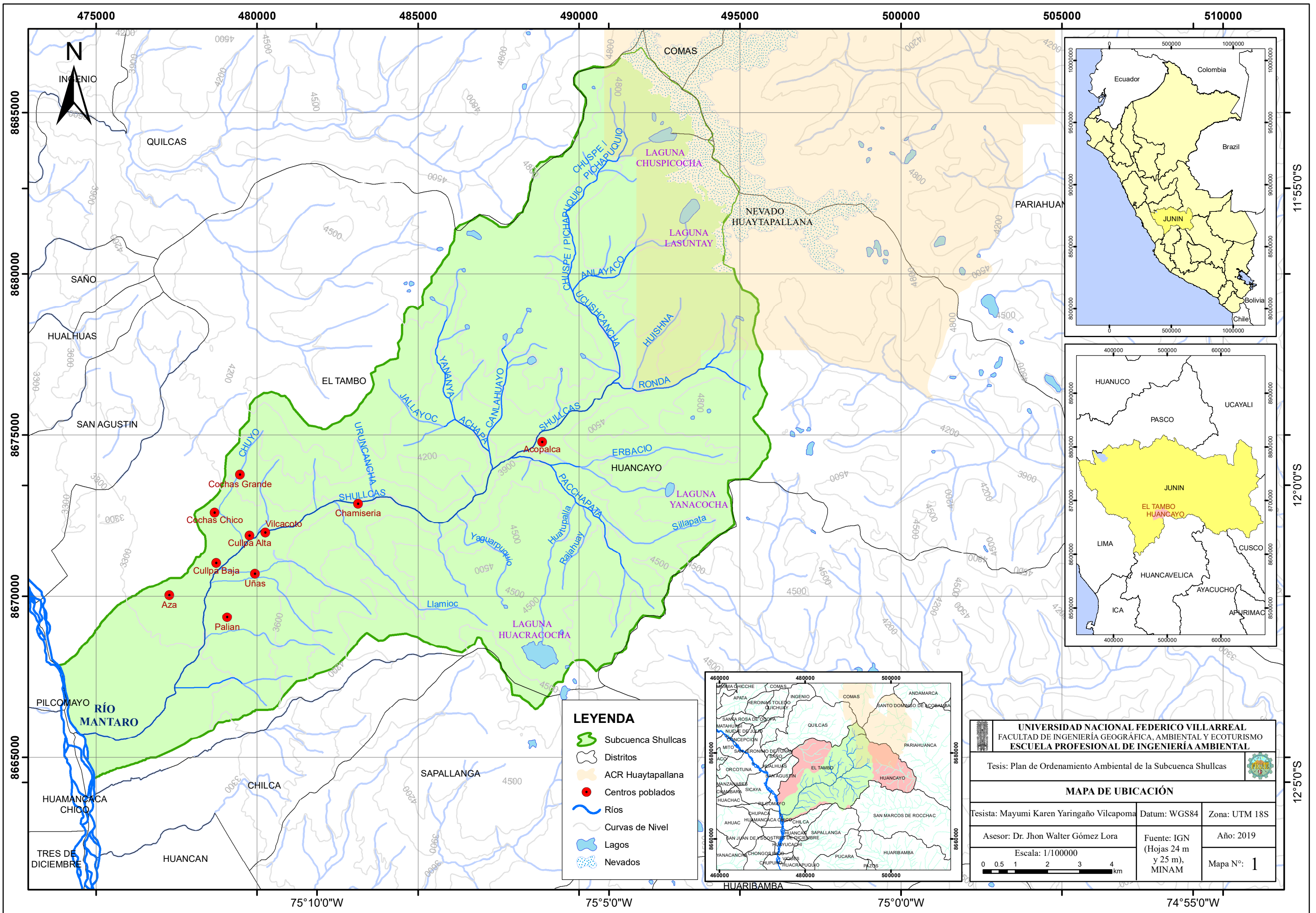
| Límites | |
|----------------|--|
| NORTE | Distritos de Quilcas (Prov. Huancayo) y Comas (Prov. Concepción) |
| SUR | Distritos de Chilca y Sapallanga (Prov. Huancayo) |
| ESTE | Distritos de Pariahuanca (Prov. Huancayo) y San Marcos de Rocchac (Prov. De Tayacaja) |
| OESTE | Distritos de Pilcomayo (Prov. Huancayo) y Huamancaca Chico / Río Mantaro (Prov. Chupaca) |

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4. Altitud

La subcuenca de estudio se extiende desde los 3100 m.s.n.m., la cual corresponde a la desembocadura del Río Shullcas en el Río Mantaro, hasta los 5500 m.s.n.m. que corresponde al Nevado Huaytapallana.

El mapa de ubicación se presenta a continuación (Ver Mapa 1):



LEYENDA

- Subcuenca Shullcas
- Distritos
- ACR Huaytapallana
- Centros poblados
- Ríos
- Curvas de Nivel
- Lagos
- Nevados

| | | |
|--|--|---------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL | | |
| Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas | | |
| MAPA DE UBICACIÓN | | |
| Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma | Datum: WGS84 | Zona: UTM 18S |
| Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora | Fuente: IGN (Hojas 24 m y 25 m), MINAM | Año: 2019 |
| Escala: 1/100000 | | Mapa N°: 1 |
| | | |

4.1.1.5. Vías de acceso

La principal vía de acceso a la Subcuenca Shullcas es la carretera Longitudinal de la Sierra Sur denominada PE-3S y su variante la carretera PE-3SB, las cuales están casi en su totalidad, asfaltadas y señalizadas, estas, se encuentran en la margen izquierda y derecha del Río Mantaro respectivamente.

A continuación se detalla las rutas de acceso a la Subcuenca Shullcas (Ver Tabla 10):

Tabla 10. Rutas de acceso a la Subcuenca Shullcas

| RUTAS DE ACCESO A LA SUBCUENCA SHULLCAS | | | | |
|--|--|---|----------------------|---------------------|
| Ruta | Nombre | Trayectoria | Longitud (km) | % De asfalto |
| PE - 3S | Carretera Longitudinal Sierra Sur | La Oroya - Chacapalpa - Mito - Jauja - Concepción - Huancayo - Chilca - Huayucachi | 1510 | 91% |
| PE - 3SB | Carretera Longitudinal Sierra Sur (variante) | Muqui - Huancani - Sincos - Mito - Orcotuna - Sicaya - Pilcomayo - Huamancaca Chico - Tres de Diciembre | 56 | 100% |

Fuente: (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones [MTC], 2016) y (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones [MTC], 2013)

Mediante estas carreteras se puede llegar desde Lima en autos o buses, teniendo en cuenta que el viaje dura alrededor de 7 horas. Otra vía de acceso terrestre viene a ser el Ferrocarril Central del Perú, considerado el ferrocarril más alto del Perú y de América, el cual tiene la capacidad de transportar carga a gran escala y actualmente se utiliza especialmente con fines turísticos. El viaje de Lima a Huancayo mediante esta vía duraría alrededor de 13 horas. Si se quiere llegar a la subcuenca mediante vía aérea, hay que tener en cuenta que el aeropuerto más cercano a la Subcuenca es el Aeropuerto Francisco Carlé, el cual se encuentra en el distrito de Jauja. El vuelo de Lima a Jauja dura alrededor de 50 minutos, a lo cual se tendría que agregarle 1 hora de transporte en auto o bus.

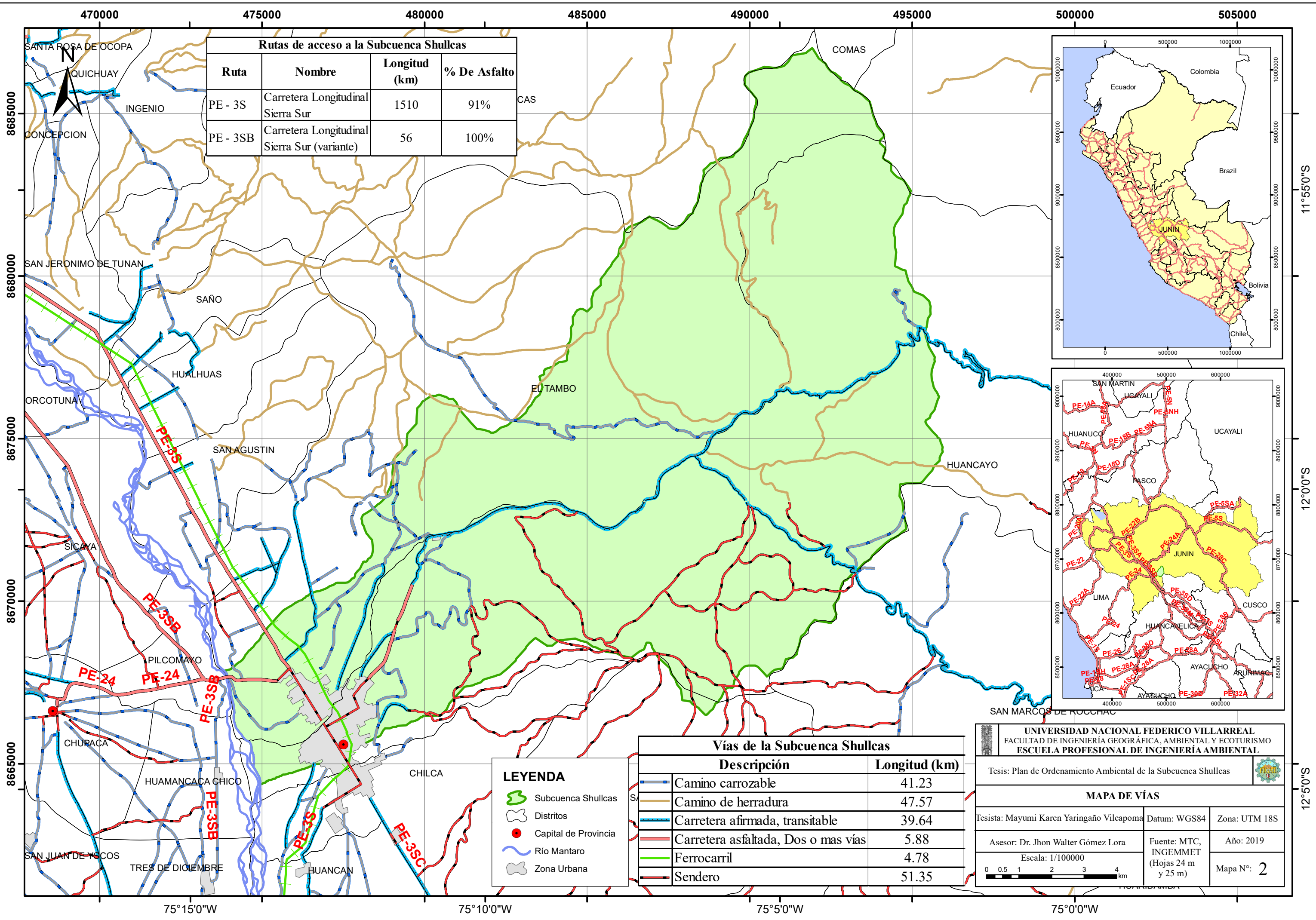
Para trasladarse dentro de la Subcuenca existen diferentes tipos de vías, los cuales se detalla a continuación (Ver Tabla 11):

Tabla 11. Vías de la Subcuenca Shullcas

| VÍAS DE LA SUBCUENCA SHULLCAS | | |
|--------------------------------------|---|----------------------|
| Descripción | Detalle | Longitud (km) |
| Camino carrozable | Destinado al tránsito de vehículos | 41.23 |
| Camino de herradura | Destinado al tránsito de peatones y animales | 47.57 |
| Carretera afirmada, transitable | No pavimentado y superficie de rodadura con capas de afirmado | 39.64 |
| Carretera asfaltada, Dos o más vías | Pavimentado, destinado al tránsito de vehículos, extenso | 5.88 |
| Ferrocarril | Destinado al uso de trenes | 4.78 |
| Sendero | Pasaje peatonal, no vehículos | 51.35 |

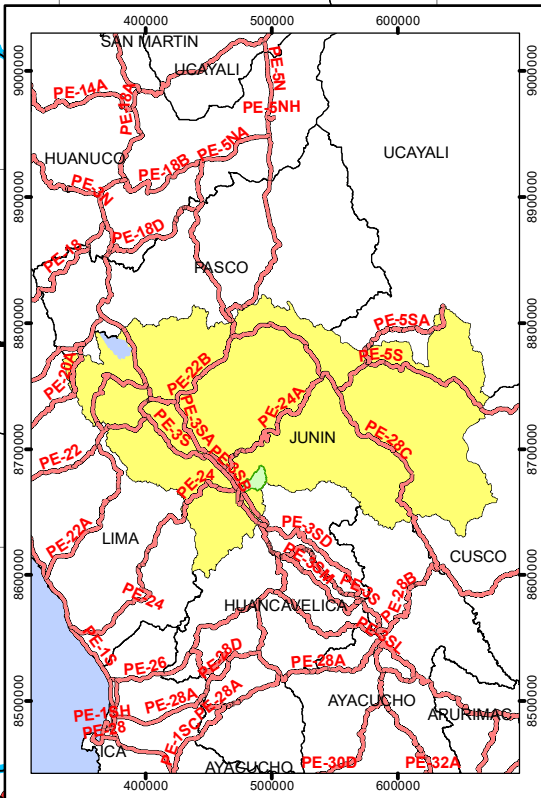
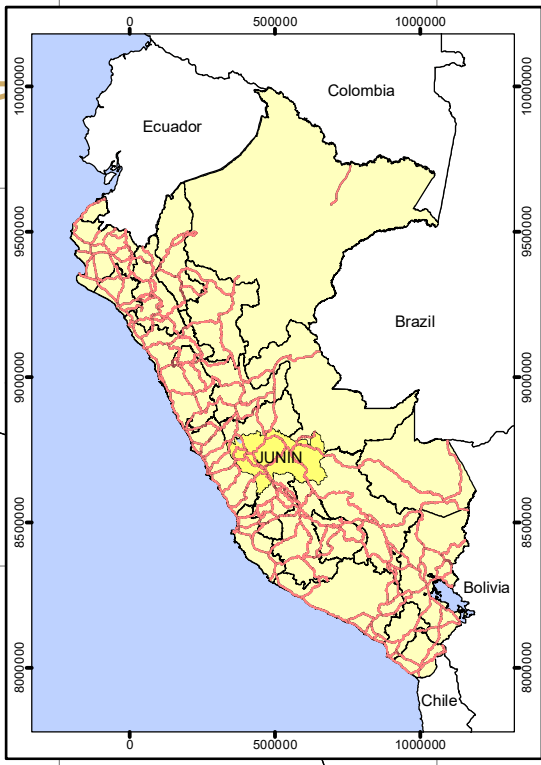
Fuente: (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones [MTC], 2013 y 2016)

El mapa de vías se presenta a continuación (Ver Mapa 2):



Rutas de acceso a la Subcuenca Shullcas

| Ruta | Nombre | Longitud (km) | % De Asfalto |
|----------|--|---------------|--------------|
| PE - 3S | Carretera Longitudinal Sierra Sur | 1510 | 91% |
| PE - 3SB | Carretera Longitudinal Sierra Sur (variante) | 56 | 100% |



LEYENDA

- Subcuenca Shullcas
- Distritos
- Capital de Provincia
- Río Mantaro
- Zona Urbana

Vías de la Subcuenca Shullcas

| Descripción | Longitud (km) |
|-------------------------------------|---------------|
| Camino carrozable | 41.23 |
| Camino de herradura | 47.57 |
| Carretera afirmada, transitible | 39.64 |
| Carretera asfaltada, Dos o mas vías | 5.88 |
| Ferrocarril | 4.78 |
| Sendero | 51.35 |

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE VÍAS

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: MTC, INGEMMET (Hojas 24 m y 25 m) Año: 2019

Escala: 1/100000

0 0.5 1 2 3 4 km

Mapa N°: 2

4.1.2. Diagnóstico Físico

4.1.2.1. Fisiografía

De acuerdo al mapa fisiográfico del SIAR (Sistema Regional de Información Ambiental) del año 2015, en la Subcuenca Shullcas, se han encontrado las formas que se describen a continuación (Ver Tabla 12):

Tabla 12. Descripción de las formas fisiográficas de la Subcuenca Shullcas

| Formas | Descripción |
|--------------|--|
| Montaña (M) | Presenta relieve escarpado, accidentado o quebrado (pendiente de 25-75%), da origen a suelos residuales, tiene una altura mayor a 300 m respecto al nivel del río. Se denomina “Cimas de montaña” a la parte superior y “Laderas de montañas” a la parte lateral. Ahí se encuentran “Ladera empinada” cuando tiene una pendiente de 25-50%, “Ladera muy empinada” cuando tiene una pendiente de 50-75% y “Ladera extremadamente empinada” cuando tiene pendiente mayor al 75%. |
| Colina (C) | Presenta relieve accidentado (pendientes 8-75%), está formado por procesos denudacionales, así como estructurales, tiene una altura menor de 300 m basado en el nivel medio del río. Se denomina “Colina baja” cuando tiene una altura menor a 80 m y “Colina alta” cuando tiene una altura entre 150-300 m. |
| Planicie (P) | Presenta relieve plano a ligeramente inclinado (pendiente 0-4%), está formados por materiales diversos que se han acumulado debido al transporte. Se denomina “Planicie aluvial” cuando el material proviene de los ríos y “Planicie coluvio-aluvial” cuando el material discurre a través de la pendiente, debido a las precipitaciones pluviales. A su vez ahí se encuentran las “Terrazas bajas” cuando las franjas longitudinales tienen alturas menores a 10 m relacionado al nivel medio del río; “Terrazas altas” cuando las franjas longitudinales tienen alturas mayores a 30 m; “Fondo de valle” cuando las terrazas son muy angostas y de pequeña extensión; “Abanicos” cuando se acumula material fino a medio con gravas y rocas en forma de cono, transportadas desde las partes altas hacia la parte inferior y “Piedemonte” cuando hay depósitos de materiales en la base de las laderas de montaña o colinas altas. |

Fuente: Adaptado de (Comisión Técnica Regional Junín, 2015)

Las fisiografías que predominan en la Subcuenca Shullcas son las “Montañas” (M) con un 64.68%, seguido de las “Planicies” (P) con un 16.89% y de las “Colinas” (C) con un 10.03% del área total (Ver Tabla 13 y Figura 8).

Tabla 13. Formas Fisiográficas de la Subcuenca Shullcas

| Símbolo | Paisaje | Sub Paisaje | Elementos del Paisaje | Área (km ²) | | Área (%) |
|---------|-------------|--------------------------|--|-------------------------|--------|----------|
| | | | | | | |
| C | Colinas | Colinas Altas | Laderas de Colinas Altas Empinadas | 16.25 | 7.14 | 10.03 |
| | | Colinas Bajas | Colinas Bajas Moderadamente Empinadas | 6.59 | 2.89 | |
| M | Montañas | Cimas de Montañas | Cimas de Montañas Empinadas | 1.27 | 0.56 | 64.68 |
| | | | Cimas de Montañas Moderadamente Empinadas | 19.35 | 8.50 | |
| | | | Glaciares | 4.62 | 2.03 | |
| | | Laderas de Montañas | Laderas de Montañas Empinadas | 36.87 | 16.20 | |
| | | | Laderas de Montañas Extremadamente Empinadas | 68.57 | 30.13 | |
| | | | Laderas de Montañas Muy Empinadas | 16.53 | 7.26 | |
| P | Planicies | Planicie Aluvional | Fondo de Valle Aluvial | 0.77 | 0.34 | 16.89 |
| | | | Terrazas Altas | 9.50 | 4.18 | |
| | | | Terrazas Bajas Inundables | 0.00 | 0.00 | |
| | | | Terrazas Bajas No Inundables | 1.35 | 0.59 | |
| | | Planicie Coluvio Aluvial | Abanico Aluvial | 1.97 | 0.86 | |
| | | | Piedemonte Fuertemente Inclinados | 4.60 | 2.02 | |
| | | Planicie Fluvioglacial | Fondo de Valle Fluvioglacial | 16.42 | 7.21 | |
| | | Planicies Hidromórficas | Bofedales | 3.82 | 1.68 | |
| AU | Área Urbana | Área Urbana | Area Urbana | 17.45 | 7.67 | 7.67 |
| L | Laguna | Laguna | Lagunas | 1.45 | 0.64 | 0.64 |
| R | Ríos | Ríos | Ríos | 0.20 | 0.09 | 0.09 |
| Total | | | | 227.57 | 100.00 | |

Fuente: Elaboración propia

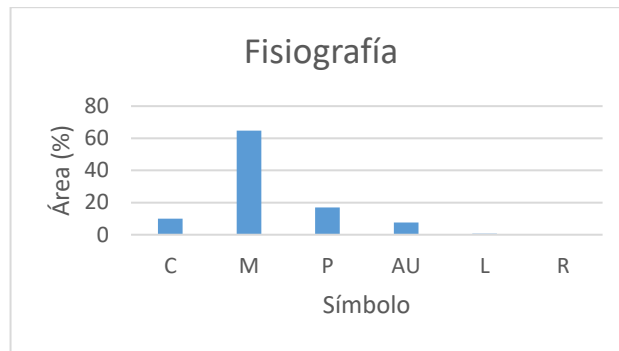


Figura 8. Formas Fisiográficas de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

En la Subcuenca Shullcas, la zona más alta se encuentra en el Nevado Huaytapallana, el cual hoy en día se encuentra en un proceso de desglaciación y formación de lagunas y riachuelos. A su vez también se observan ahí, las laderas de montañas empinadas y extremadamente empinadas, las cuales nos indican que existe erosión constante por su elevada pendiente. En la zona más baja se encuentra la extensa área urbana y el Río Mantaro, donde a su vez nos indica que probablemente existe erosión por causa de desbordes ribereños en épocas de avenidas (Ver Figura 9).

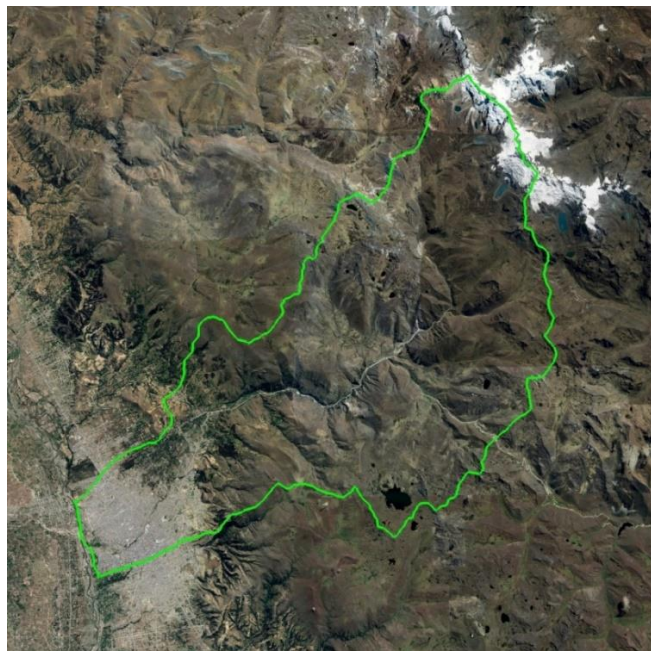
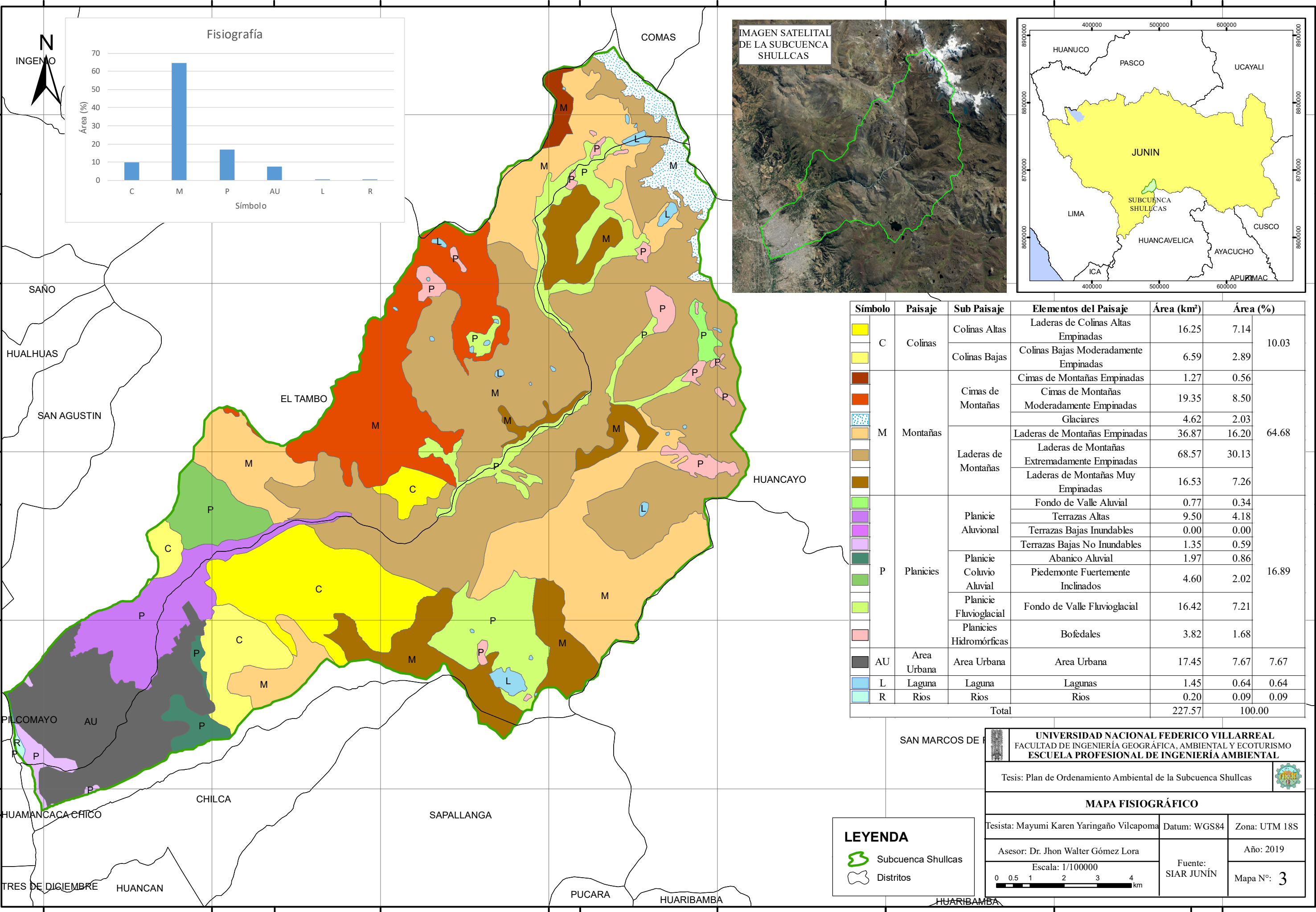
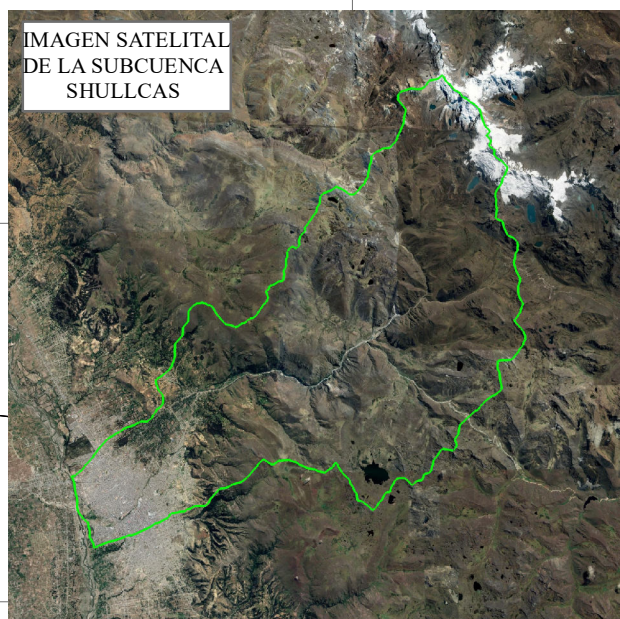
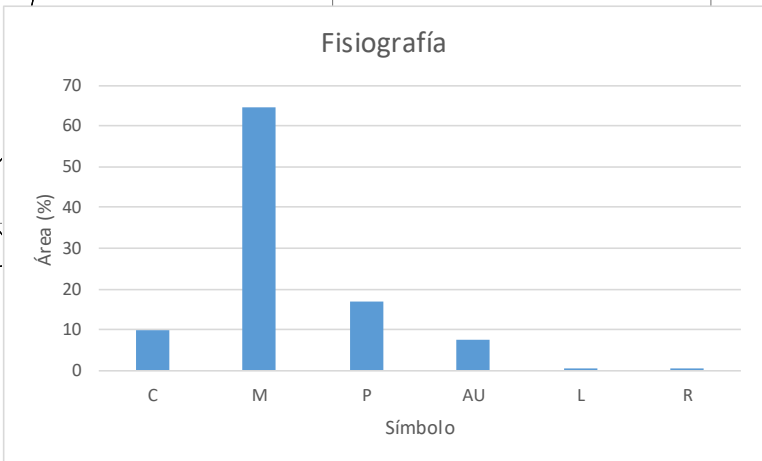


Figura 9. Imagen Satelital de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Google Earth

El mapa fisiográfico se presenta a continuación (Ver Mapa 3):

475000 480000 485000 490000 495000 500000 505000 510000



| Símbolo | Paisaje | Sub Paisaje | Elementos del Paisaje | Área (km ²) | Área (%) |
|-------------------------|-------------------------|---------------------|--|-------------------------|----------|
| C | Colinas | Colinas Altas | Laderas de Colinas Altas Empinadas | 16.25 | 7.14 |
| | | Colinas Bajas | Colinas Bajas Moderadamente Empinadas | 6.59 | 2.89 |
| M | Cimas de Montañas | Cimas de Montañas | Cimas de Montañas Empinadas | 1.27 | 0.56 |
| | | | Cimas de Montañas Moderadamente Empinadas | 19.35 | 8.50 |
| | | | Glaciares | 4.62 | 2.03 |
| | Laderas de Montañas | Laderas de Montañas | Laderas de Montañas Empinadas | 36.87 | 16.20 |
| | | | Laderas de Montañas Extremadamente Empinadas | 68.57 | 30.13 |
| | | | Laderas de Montañas Muy Empinadas | 16.53 | 7.26 |
| | | | Fondo de Valle Aluvial | 0.77 | 0.34 |
| P | Planicie Aluvional | Planicie Aluvional | Terrazas Altas | 9.50 | 4.18 |
| | | | Terrazas Bajas Inundables | 0.00 | 0.00 |
| | | | Terrazas Bajas No Inundables | 1.35 | 0.59 |
| | Planicie Aluvial | Planicie Aluvial | Abanico Aluvial | 1.97 | 0.86 |
| | | | Piedemonte Fuertemente Inclinados | 4.60 | 2.02 |
| | | | Fondo de Valle Fluvioglacial | 16.42 | 7.21 |
| Planicies Hidromórficas | Planicies Hidromórficas | Bofedales | 3.82 | 1.68 | |
| | | Area Urbana | 17.45 | 7.67 | 7.67 |
| AU | Area Urbana | Area Urbana | 17.45 | 7.67 | 7.67 |
| L | Laguna | Laguna | 1.45 | 0.64 | 0.64 |
| R | Rios | Rios | 0.20 | 0.09 | 0.09 |
| Total | | | | 227.57 | 100.00 |

LEYENDA

- Subcuenca Shullcas
- Distritos

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA FISIOGRAFICO

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Año: 2019

Escala: 1/100000 Fuente: SIAR JUNÍN

Mapa N°: 3

75°10'0"W 75°5'0"W 75°0'0"W 74°55'0"W

8685000 8680000 8675000 8670000 8665000

11°55'0"S 12°0'0"S 12°5'0"S

4.1.2.2. Pendientes

Las pendientes de la Subcuenca se calcularon según el Método Topográfico, el cual menciona Aramburú en el año 2015. Este consiste en obtener un valor adimensional que nos indicará la gradiente, al medir la distancia planimétrica entre curvas de nivel y relacionarlo con la diferencia entre cotas (Ver Figura 10). A esa gradiente se le multiplica por 100 y nos da la pendiente entre esas curvas de nivel (Aramburú, 2015). De la siguiente manera:

- Cálculo de pendiente en porcentaje (%)

$$\text{Ecuación 1. } \%S = \frac{\Delta y}{\Delta x} \times 100$$

-Cálculo de pendiente en grados (°)

$$\text{Ecuación 2. } \text{Tang}\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

$$\text{Ecuación 3. } S^\circ = \text{ArcTang}\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)$$

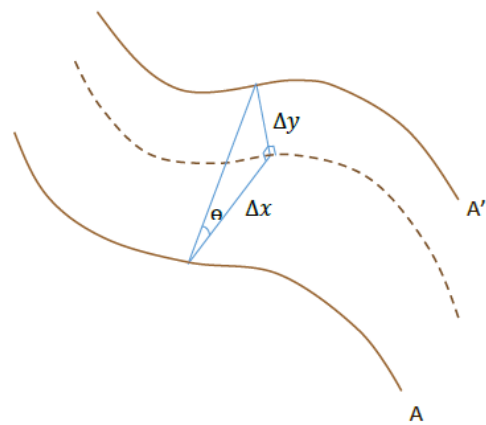


Figura 10. Cálculo de pendientes

Fuente: (Aramburú, 2015)

-Donde:

S: Pendiente

Δy : Diferencia de Altitudes

Δx : Distancia horizontal

Para ello, se utilizaron curvas de nivel cada 50 metros para crear un TIN o superficie irregular de triángulos. Seguidamente se usó la herramienta “Surface slope” o “Pendiente de superficie” en Arc Gis, la cual crea polígonos que representan rangos de valores de pendiente, tal como se observa en la siguiente figura (Ver Figura 11):

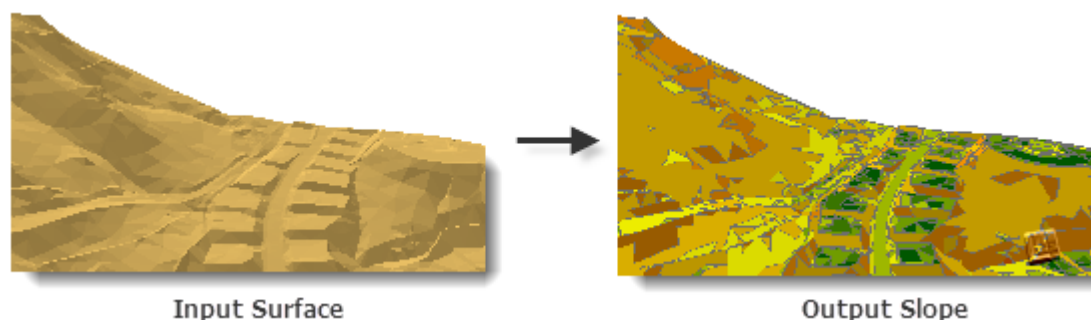


Figura 11. Surface slope

Fuente: Arc Gis Pro, Referencia de herramientas

Se ha considerado 7 rangos de pendientes, teniendo como resultado que los rangos de pendiente que predominan son el “Empinado” (de 30% a 50%), el cual ocupa el 31.84% del área total, seguido del rango de pendiente “Moderadamente empinado” (de 15% a 30%), el cual ocupa el 28.41%, y por último el denominado “Muy empinado” (de 27% a 37%), el cual ocupa el 17.03% de la Subcuenca (Ver Tabla 14 y Figura 12).

Tabla 14. Pendientes de la Subcuenca Shullcas

| Pendiente | | Descripción | Área | |
|-----------|---------|-----------------------------|--------------------|--------|
| (%) | (°) | | (km ²) | (%) |
| 0 a 2 | 0 a 1 | A nivel o casi a nivel | 1.02 | 0.45 |
| 2 a 5 | 2 a 3 | Ligeramente inclinado | 19.79 | 8.70 |
| 5 a 10 | 3 a 6 | Moderadamente inclinado | 8.18 | 3.59 |
| 10 a 15 | 6 a 8 | Fuertemente inclinado | 9.95 | 4.37 |
| 15 a 30 | 8 a 17 | Moderadamente empinado | 64.66 | 28.41 |
| 30 a 50 | 17 a 27 | Empinado | 72.45 | 31.84 |
| 50 a 75 | 27 a 37 | Muy empinado | 38.76 | 17.03 |
| 75 a 100 | 37 a 45 | Extremadamente muy empinado | 12.77 | 5.61 |
| Total | | | 227.57 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia

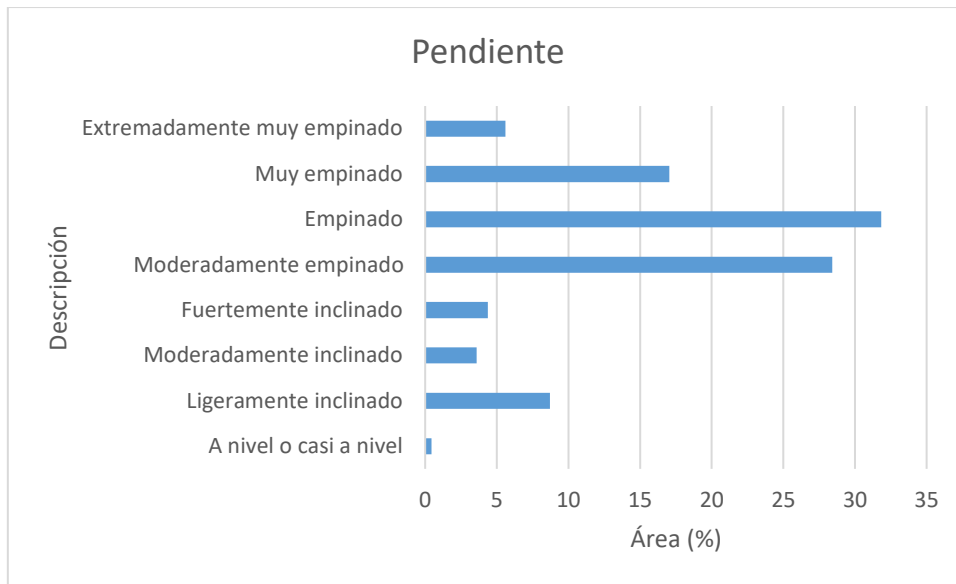
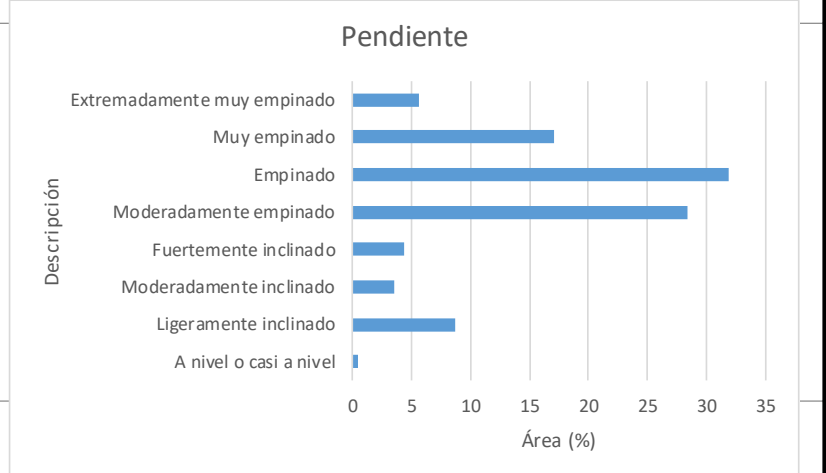
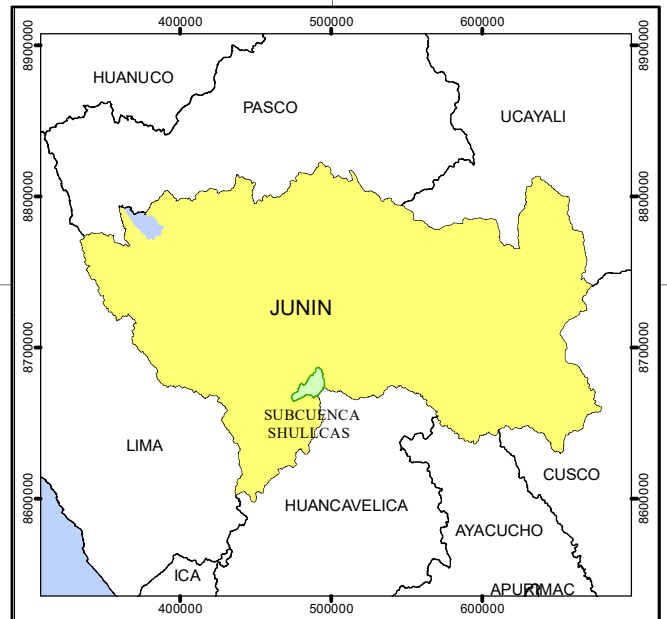
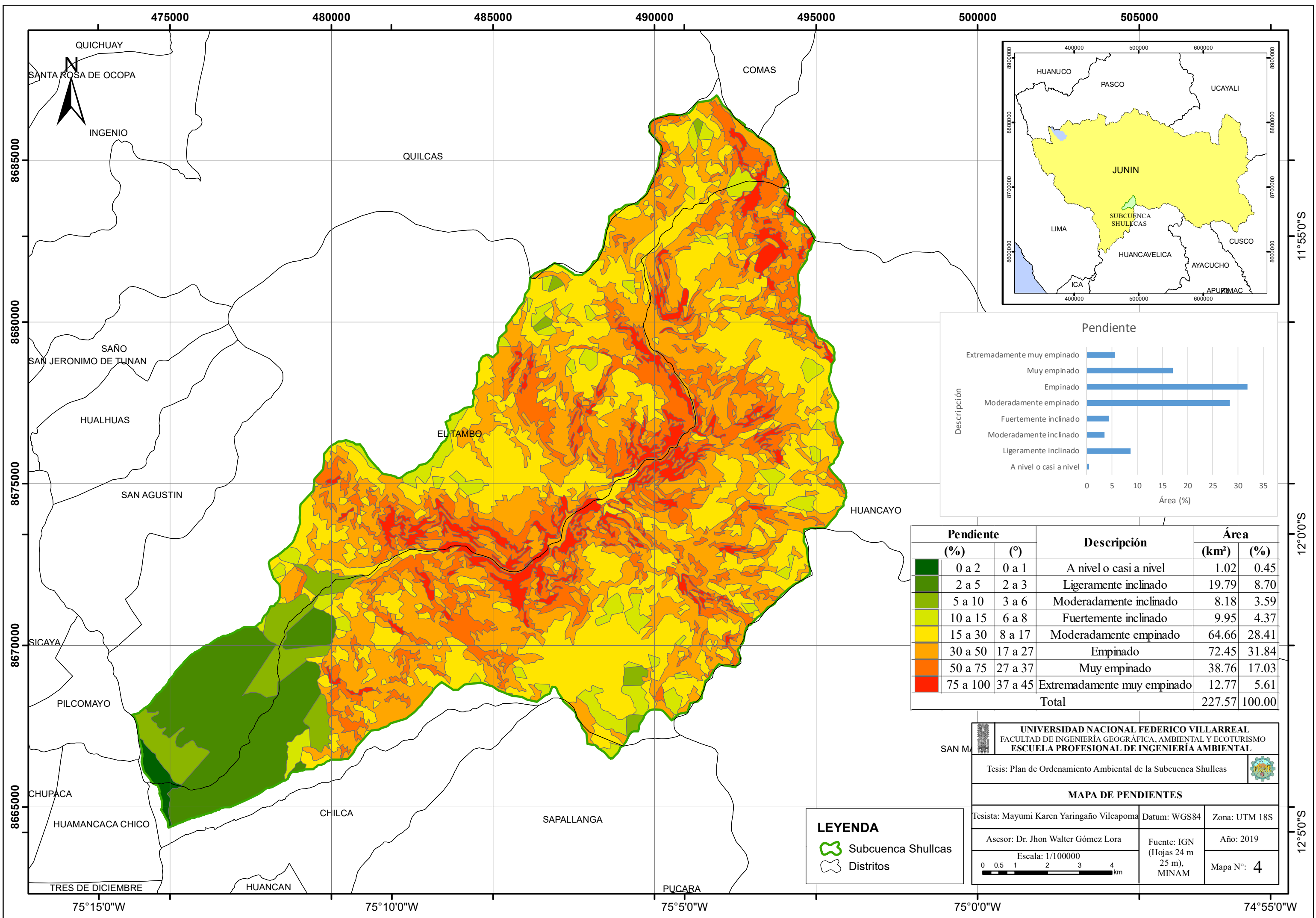


Figura 12. Pendientes de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

El mapa de pendientes se presenta a continuación (Ver Mapa 4):



| Pendiente (%) | | Descripción | | Área | |
|---------------|---------|-----------------------------|--------------------|--------|--|
| (°) | (°) | | (km ²) | (%) | |
| 0 a 2 | 0 a 1 | A nivel o casi a nivel | 1.02 | 0.45 | |
| 2 a 5 | 2 a 3 | Ligeramente inclinado | 19.79 | 8.70 | |
| 5 a 10 | 3 a 6 | Moderadamente inclinado | 8.18 | 3.59 | |
| 10 a 15 | 6 a 8 | Fuertemente inclinado | 9.95 | 4.37 | |
| 15 a 30 | 8 a 17 | Moderadamente empinado | 64.66 | 28.41 | |
| 30 a 50 | 17 a 27 | Empinado | 72.45 | 31.84 | |
| 50 a 75 | 27 a 37 | Muy empinado | 38.76 | 17.03 | |
| 75 a 100 | 37 a 45 | Extremadamente muy empinado | 12.77 | 5.61 | |
| Total | | | 227.57 | 100.00 | |

LEYENDA

- Subcuenca Shullcas
- Distritos

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE PENDIENTES

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: IGN (Hojas 24 m 25 m), MINAM Año: 2019

Escala: 1/100000 Mapa N°: 4

4.1.2.3. Geomorfología

Según información del GEOCATMIN del INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico) del año 2013, en la Subcuenca Shullcas se encontraron 11 tipos de geomorfología, los cuales se describen a continuación (Ver Tabla 15):

Tabla 15. Descripción de los tipos de geomorfología de la Subcuenca Shullcas

| Geomorfología | Descripción |
|---|---|
| Colina en roca intrusiva (RC-ri) | Está formada por cerros constituidos por rocas intrusivas o plutónicas, con altitudes menores a los 300 m, cuyas pendientes de sus laderas son suaves a moderadas (7° o 16°). |
| Colina en roca sedimentaria (RC-rs) | Está formada por cerros constituidos por rocas sedimentarias, y cumbre redondeadas a alargadas con altitudes mayores a los 3450 m.s.n.m., con elevaciones alargadas cuyas pendientes de sus laderas son moderadas a abruptas. |
| Llanura o planicie aluvial (Pl-al) | Se trata de superficies bajas formados por arena u otro material no consolidado, adyacentes a los ríos principales, sujetas a inundaciones recurrentes. |
| Montaña con cobertura glaciaria (RM-cgl) | Se encuentra por encima de los 500 m.s.n.m., formado con rocas sedimentarias y volcánicas. Se asocian a avalanchas, derrumbes y caída de rocas, particularmente aluviones debido a desbordes de lagunas. |
| Montaña en roca metamórfica (RM-rm) | Está constituido por montañas antiguas constituidos por rocas metamórficas. Se asocia a deslizamientos, movimientos complejos, flujos de tierra, erosión de laderas intensa y flujo de detritos (huaycos). |
| Montaña en roca sedimentaria (RM-rs) | Se encuentran laderas con pendientes medias a fuertes, donde afloran rocas sedimentarias que se encuentran afectadas por procesos tectónicos y erosivos. |
| Montañas y colinas en roca sedimentaria (RMC-rs) | Constituyen relictos de cadenas montañosas antiguas. Tiene superficies moderadas a ligeramente abruptas, superficies de cimas redondeadas y alargadas y drenajes detríticos muy densos con valles en forma de V. Se encuentran sustancias como, arcillas comunes, sílices, árido y feldepató. |
| Morrenas (Mo) | Comprende una geoforma convexa, suave y alargada, producida por la acumulación de materiales depositados por acción glaciaria durante el Pleistoceno-Holoceno. Se encuentran asociados a la rotura de diques morrénicos, procesos de erosión de laderas, flujos de detritos (aluviones) y a algunos deslizamientos. |
| Terraza baja aluvial (Tb-al) | Se ubican terrenos planos de ancho variable, situados encima del cauce de un río y la llanura de inundación fluvial con una pendiente suave (1° y 5°). A una mayor altura, representa niveles antiguos de sedimentación fluvial. Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas. |

| Geomorfología | Descripción |
|--|--|
| Valle glaciar con laguna (Vll-gl/l) | Estos valles constituyen tributarios de ambientes glaciales con formación de lagunas en sus cabeceras, que involucran sustratos rocosos, depósitos glaciales y fluvio-glaciares. Los movimientos de masa pueden generar aluviones aguas abajo e inundaciones por desborde en áreas pobladas. |
| Vertiente glacial o de gelifracción (V-gl) | Ocupa las laderas y fondos de valles glaciares en las zonas montañosas, en altitudes superiores a los 3800 m.s.n.m. Está conformada por rocas sedimentarias y volcánica originados por procesos de desglaciación durante el Pleistoceno. |

Fuente: Adaptado de (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET], 2018)

Los tipos de geomorfología que predominan en la Subcuenca son las “Montañas y colinas en roca sedimentaria” (RMC-rs) con un 39.57% del área total, también las “Morrenas” (Mo) con un 19.39%, seguido de “Llanura o planicie aluvial” (Pl-al) ocupando el 13.02% del área de estudio (Ver Tabla 16 y Figura 13).

Tabla 16. Geomorfología de la Subcuenca Shullcas

| Símbolo | Descripción | Área (km²) | Área (%) |
|----------------|---|------------------------------|-----------------|
| RC-ri | Colina en roca intrusiva | 5.62 | 2.47 |
| RC-rs | Colina en roca sedimentaria | 13.01 | 5.72 |
| Pl-al | Llanura o planicie aluvial | 29.62 | 13.02 |
| RM-cgl | Montaña con cobertura glaciar | 6.27 | 2.76 |
| RM-rm | Montaña en roca metamórfica | 1.55 | 0.68 |
| RM-rs | Montaña en roca sedimentaria | 21.24 | 9.33 |
| RMC-rs | Montañas y colinas en roca sedimentaria | 90.05 | 39.57 |
| Mo | Morrenas | 44.13 | 19.39 |
| Tb-al | Terraza baja aluvial | 1.27 | 0.56 |
| Vll-gl/l | Valle glaciar con laguna | 6.78 | 2.98 |
| V-gl | Vertiente glacial o de gelifracción | 8.01 | 3.52 |
| Total | | 227.57 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia

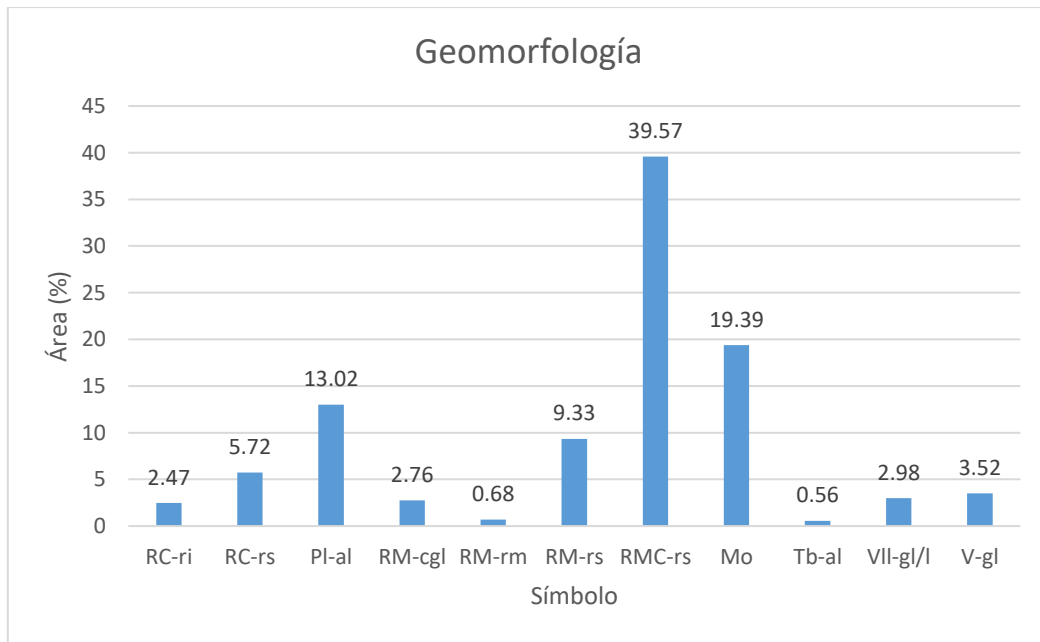
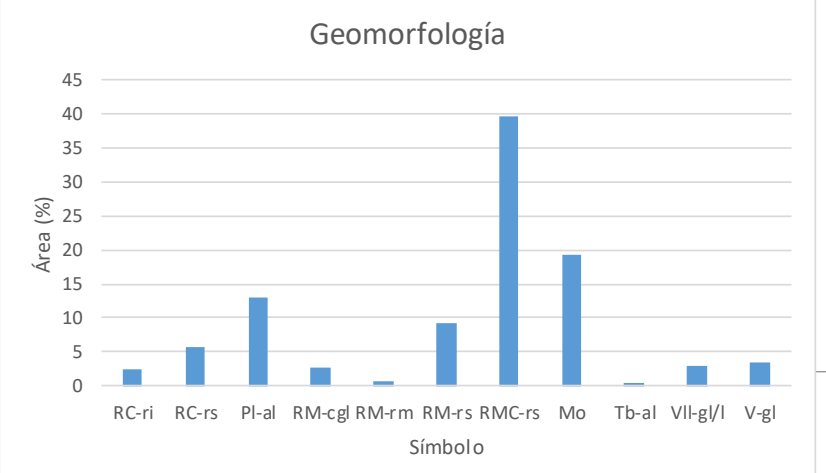
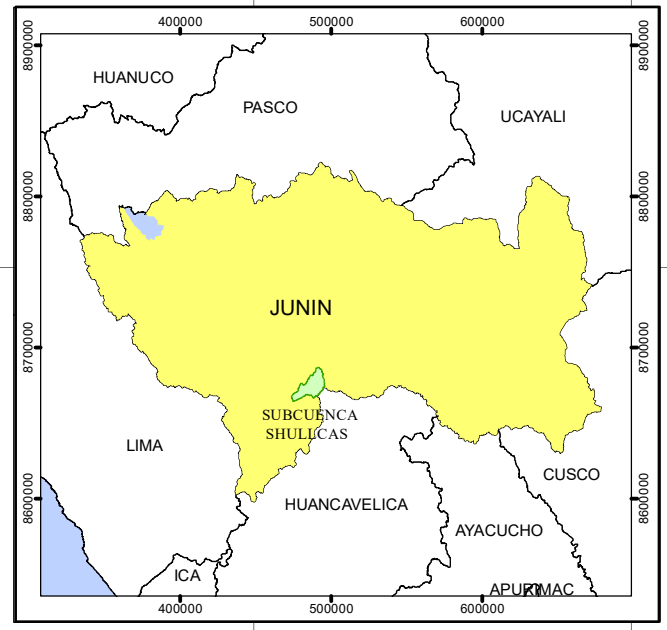
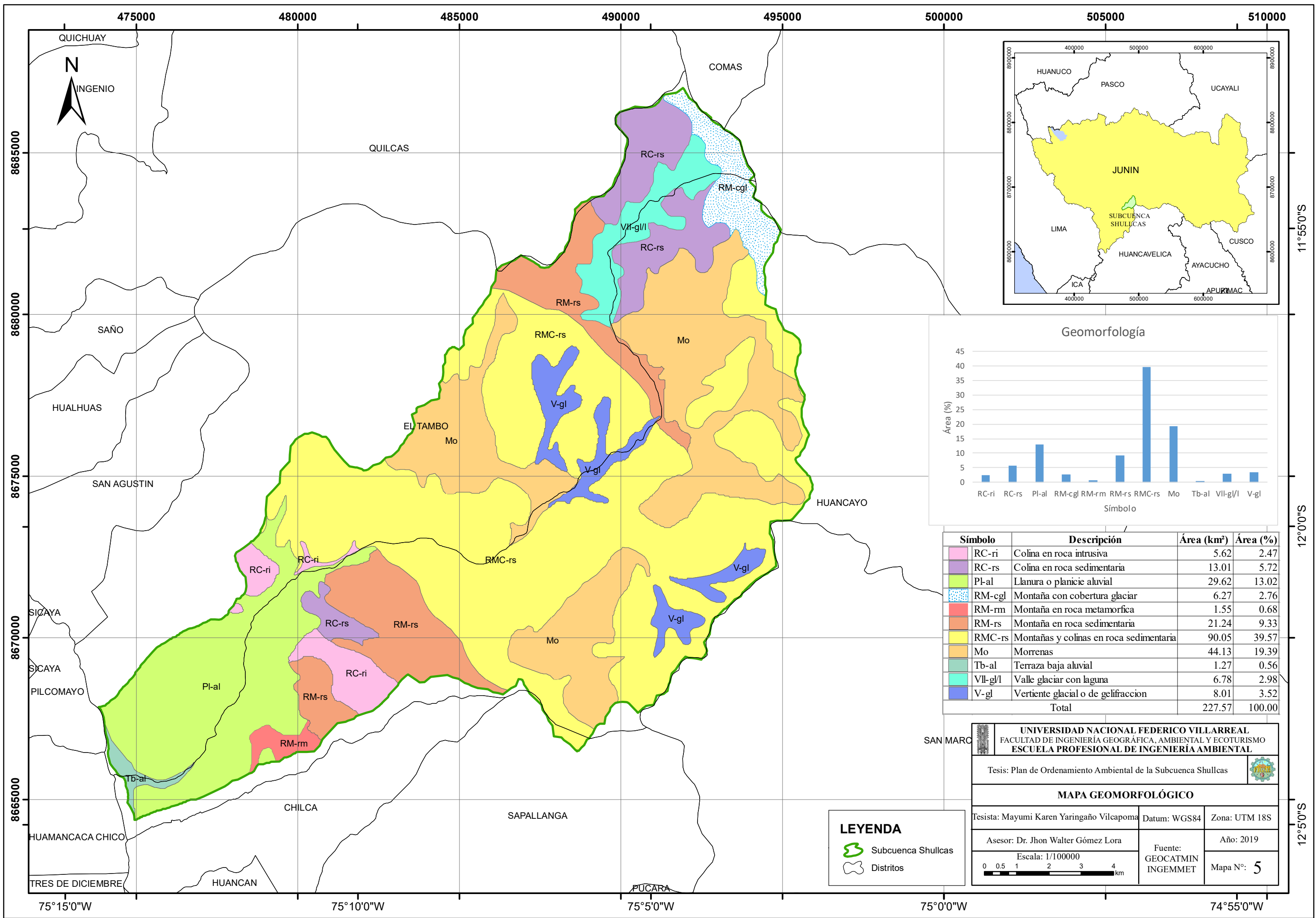


Figura 13. Geomorfología de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

El mapa geomorfológico se presenta a continuación (Ver Mapa 5):



| Símbolo | Descripción | Área (km ²) | Área (%) |
|---------|---|-------------------------|----------|
| RC-ri | Colina en roca intrusiva | 5.62 | 2.47 |
| RC-rs | Colina en roca sedimentaria | 13.01 | 5.72 |
| Pl-al | Llanura o planicie aluvial | 29.62 | 13.02 |
| RM-cgl | Montaña con cobertura glaciar | 6.27 | 2.76 |
| RM-rm | Montaña en roca metamórfica | 1.55 | 0.68 |
| RM-rs | Montaña en roca sedimentaria | 21.24 | 9.33 |
| RMC-rs | Montañas y colinas en roca sedimentaria | 90.05 | 39.57 |
| Mo | Morrenas | 44.13 | 19.39 |
| Tb-al | Terraza baja aluvial | 1.27 | 0.56 |
| VII-g/l | Valle glaciar con laguna | 6.78 | 2.98 |
| V-gl | Vertiente glaciar o de gelifracción | 8.01 | 3.52 |
| Total | | 227.57 | 100.00 |

LEYENDA

- Subcuenca Shullcas
- Distritos

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA GEOMORFOLÓGICO

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: GEOCATMIN INGEMMET Año: 2019

Escala: 1/100000 Mapa N°: 5

4.1.2.4. Geomorfología cuantitativa

Las características geomorfológicas una cuenca, describen las relaciones entre el régimen del comportamiento hídrico y de las características definidas por los parámetros geomorfológicos (Uriarte, 2010).

Dichos parámetros fisiográficos son índices morfométricos que permiten determinan las características de una cuenca en forma cuantitativa (Gómez, 1987).

4.1.2.4.1. Parámetros Geomorfológicos:

Para la delimitación automática de la Subcuenca se utilizaron principalmente los programas Arc Gis 10.4 y Q Gis 2.18 (pluggin GRASS 7).

- **Área de la Subcuenca (A):**

Es la superficie del terreno donde las aguas de las precipitaciones que no han sido infiltradas por el suelo, escurren a un mismo punto de evacuación a través de cauces secundarios que se unen a un cauce principal (Córdova, PRONTUBEAM, 2016).

La delimitación de una cuenca hidrográfica se realiza a través de una línea imaginaria, denominada divisora de aguas o “divortium aquarium”, que separa las pendientes opuestas de las cumbres, y es donde fluyen las aguas de las precipitaciones a ambos lados de la línea imaginaria hacia los cauces de las cuencas continuas (Córdova, 2015).

$$A = 227.57 \text{ km}^2$$

- **Perímetro de la Subcuenca (P):**

Es la longitud de la línea divisoria de aguas y conforma el contorno del área de la cuenca (Córdova, 2015).

$$P = 82.13 \text{ km}$$

Parámetros de forma de la Subcuenca:

Estos parámetros determinan la distribución de las descargas de agua a lo largo del curso principal y mediante ello se puede conocer las características de las máximas avenidas que presentan las mismas (Uriarte, 2010).

Si dos cuencas tienen la misma área, pero una forma distinta, a cada una le corresponde un comportamiento hidrológico diferente (Lux, 2017).

Dichos parámetros de forma son los siguientes:

- **Longitud del Río más largo (L):**

Es la longitud del río principal, en este caso es el Río Shullcas, en el cual las microcuencas que la conforman drenan sus aguas.

$$L = 34.60 \text{ km}$$

- **Coefficiente de compacidad o Índice de Gravelius (K_C):**

Es la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo cuya área es igual a la de la cuenca de estudio (Gómez, 1987). Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 4. } K_C = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

K_C = Índice de compacidad

P = Perímetro (km)

A = Área de la cuenca (km²)

Si el resultado se acerca a 1, quiere decir que es una cuenca circular, a su vez, si el resultado se acerca a 2, la cuenca es alargada. Resultando que:

$$K_C = 1.52$$

○ **Ancho medio (Δm):**

Es la relación entre el área de la cuenca (A) y la longitud del río más largo (L) (Aramburú, 2015). Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 5. } \Delta m = \frac{A}{L}$$

Donde:

Δm = Ancho medio

A = Área de la cuenca (km^2)

L = Longitud del río más largo (km)

Resultando que:

$$\Delta m = 6.58 \text{ km}$$

○ **Factor de forma (Ff):**

Es la relación entre el área de la cuenca (A) y la longitud del río más largo al cuadrado (L).

Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 6. } Ff = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

Ff = Factor de forma

A = Área de la cuenca (km^2)

L = Longitud del río más largo (km)

Si el resultado se acerca a 1 quiere decir que la cuenca es redonda, pero si el resultado se acerca a 0 quiere decir que la cuenca es alargada y que está sujeta a menos avenidas.

Resultando que:

$$Ff = 0.19$$

Parámetros del relieve de la Subcuenca:

Los parámetros son los siguientes:

- **Rectángulo Equivalente:**

Representan las formas geométricas de la cuenca y sirven para determinar la distribución de alturas y sus áreas correspondientes (Gómez, 1987).

Es una transformación de la cuenca a un rectángulo que tiene la misma superficie y perímetro de la cuenca, donde las rectas paralelas al lado menor representan las curvas de nivel (Uriarte, 2010). Se expresan mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Ecuación 7. } L_M = \frac{P}{4} + \sqrt{\left(\frac{P}{4}\right)^2 - A}$$

$$\text{Ecuación 8. } L_m = \frac{P}{4} - \sqrt{\left(\frac{P}{4}\right)^2 - A}$$

Donde:

L_M = Lado mayor del rectángulo equivalente (km)

L_m = Lado menor del rectángulo equivalente (km)

P = Perímetro (km)

A = Área de la cuenca (km²)

Resultando que:

$$L_M = 34.46 \text{ km}$$

$$L_m = 6.60 \text{ km}$$

- **Pendiente media de la Subcuenca (S):**

Es la relación entre el desnivel de la subcuenca con el lado mayor del rectángulo, expresado en porcentaje. Esto nos indica la declividad del terreno de la subcuenca, el cual influye en la erosión que puede causar la escorrentía.

Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 9. } S\% = 100 * \frac{Dv}{L_M}$$

Donde:

S% = Pendiente media

Dv = Desnivel entre la cota más alta y la cota más baja de la cuenca (km)

L_M = Lado mayor (km)

Para el cálculo de este parámetro, se ha calculado las cotas más altas y bajas de la subcuenca, mediante el programa Arc Gis 10.4. La cota más alta es 5501 m.s.n.m. y la más baja es 3172 m.s.n.m.

Resultando que:

$$S\% = 6.76\%$$

A continuación se observa el rectángulo equivalente de la Subcuenca Shullcas (Ver Figura 14):

RECTÁNGULO EQUIVALENTE

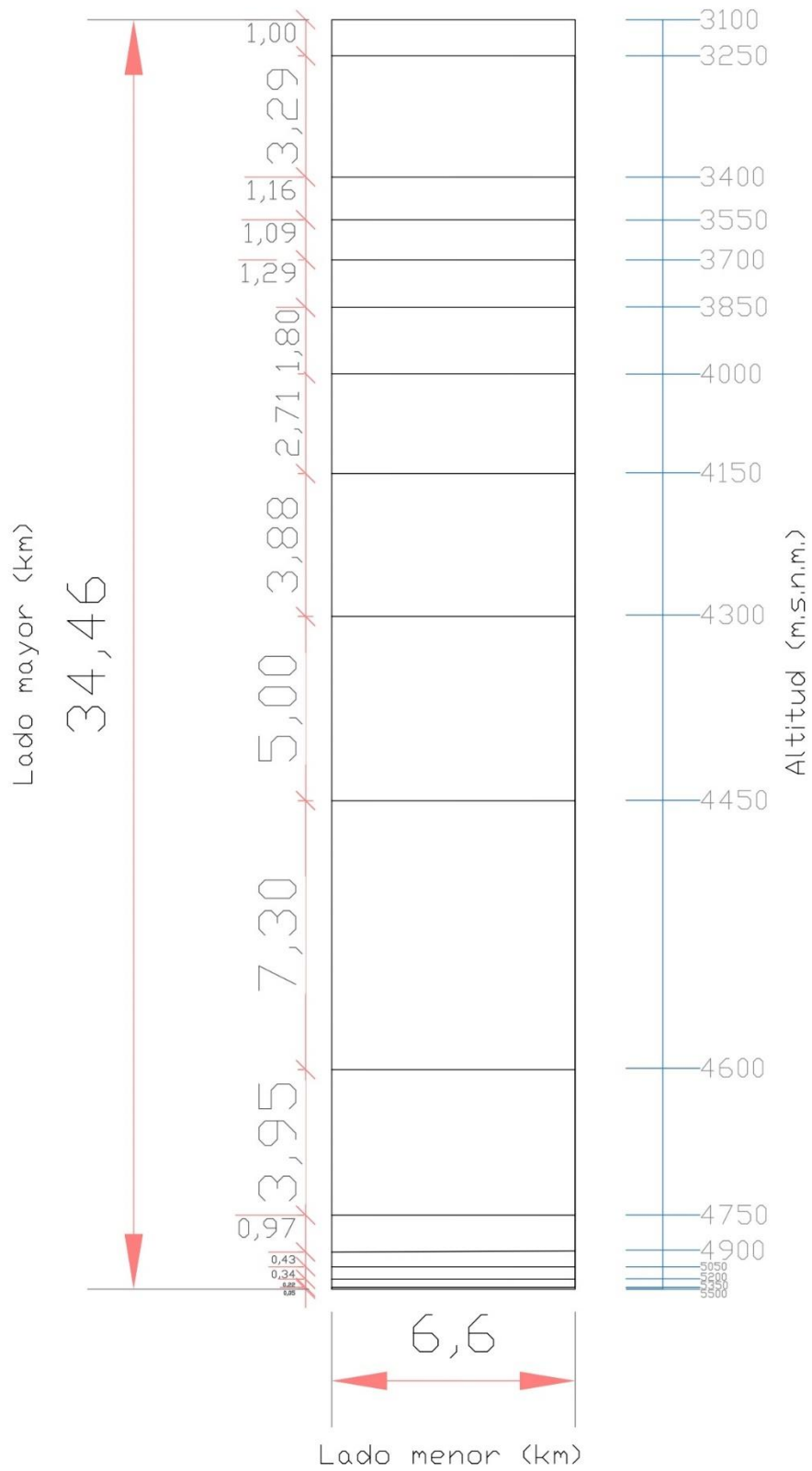


Figura 14. Rectángulo equivalente de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

○ **Pendiente media del cauce principal (L_c):**

Es la relación que se obtiene entre el desnivel de la subcuenca con la longitud del del río mas largo. Este parámetro influye directamente con el escurrimiento y la velocidad, por consiguiente, en los tiempos de concentración (Uriarte, 2010).

Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 10. } L_c = \frac{H_{MR} - H_m}{1000 * L}$$

Donde:

L_c = Pendiente media del cauce principal

H_{MR} = Altitud mayor del río principal (m.s.n.m.)

H_m = Cota menor (m.s.n.m.)

L = Longitud del río más largo (km)

Mediante el programa Arc Gis, se obtuvo que la altitud mayor del río es de 4745 m.s.n.m.

Resultando que:

$$L_c = 0.0455 \approx 4.55\%$$

A continuación se observa el perfil longitudinal del río principal de la Subcuenca Shullcas

(Ver Figura 15):

PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO SHULLCAS



Figura 15. Perfil longitudinal del río principal

Fuente: Elaboración propia

○ **Curva hipsométrica:**

Es la representación gráfica de la distribución de superficies por encima o por debajo de cada cota. Representa un medio útil para determinar, el estado y madurez del relieve aproximado de la cuenca (Gómez, 1987).

Resulta de graficar los porcentajes de áreas acumuladas por encima y por debajo de cada cota en el eje de las abscisas, y el porcentaje de áreas entre cotas en el eje de las ordenadas.

Previamente se realiza los siguientes cálculos (Ver Tabla 17):

Tabla 17. Cálculos para la curva hipsométrica

| Cotas (m.s.n.m.) | | | Área (km ²) | Área por encima | | Área por debajo | |
|-------------------|--------|-------|------------------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| Mínimo | Máximo | Media | | Acum | % Acum | Acum | % Acum |
| 3100 | 3250 | 3175 | 6.58 | 227.57 | 100.00 | 6.58 | 2.89 |
| 3250 | 3400 | 3325 | 21.71 | 220.99 | 97.11 | 28.29 | 12.43 |
| 3400 | 3550 | 3475 | 7.65 | 199.27 | 87.57 | 35.95 | 15.80 |
| 3550 | 3700 | 3625 | 7.21 | 191.62 | 84.20 | 43.16 | 18.97 |
| 3700 | 3850 | 3775 | 8.52 | 184.41 | 81.03 | 51.67 | 22.71 |
| 3850 | 4000 | 3925 | 11.89 | 175.89 | 77.29 | 63.56 | 27.93 |
| 4000 | 4150 | 4075 | 17.88 | 164.01 | 72.07 | 81.44 | 35.79 |
| 4150 | 4300 | 4225 | 25.60 | 146.13 | 64.21 | 107.04 | 47.04 |
| 4300 | 4450 | 4375 | 33.02 | 120.53 | 52.96 | 140.06 | 61.55 |
| 4450 | 4600 | 4525 | 48.19 | 87.51 | 38.45 | 188.24 | 82.72 |
| 4600 | 4750 | 4675 | 26.09 | 39.32 | 17.28 | 214.34 | 94.19 |
| 4750 | 4900 | 4825 | 6.39 | 13.23 | 5.81 | 220.73 | 96.99 |
| 4900 | 5050 | 4975 | 2.81 | 6.84 | 3.01 | 223.53 | 98.23 |
| 5050 | 5200 | 5125 | 2.26 | 4.03 | 1.77 | 225.80 | 99.22 |
| 5200 | 5350 | 5275 | 1.44 | 1.77 | 0.78 | 227.24 | 99.85 |
| 5350 | 5500 | 5425 | 0.33 | 0.33 | 0.15 | 227.57 | 100.00 |
| Área Total | | | 227.57 km² | | | | |

Elaboración propia

A continuación se observa la curva hipsométrica de la Subcuenca Shullcas (Ver Figura 16):

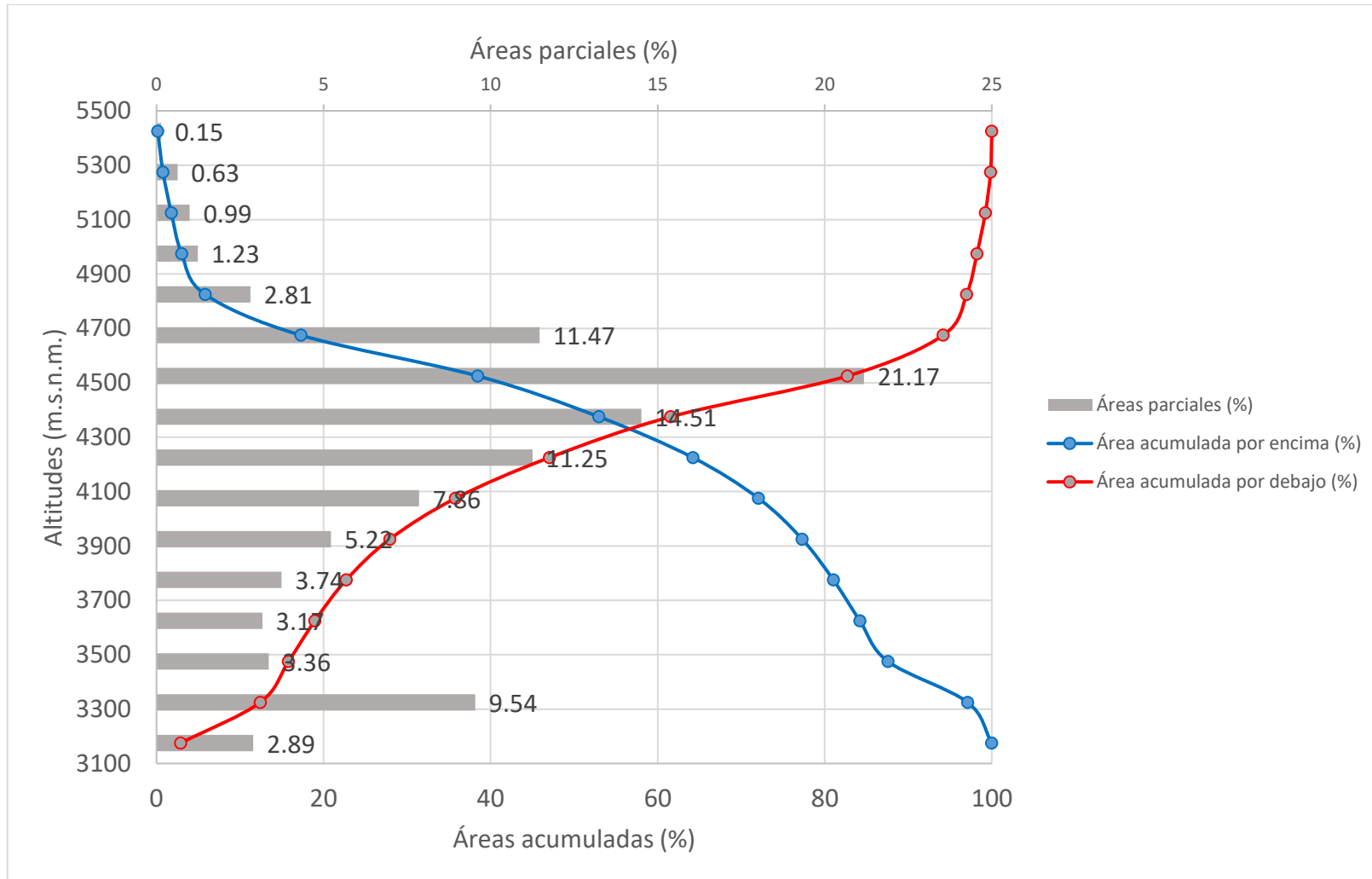


Figura 16. Curva hipsométrica de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

○ **Altitud media de la Subcuenca:**

Este valor permite representar aspectos climáticos y naturales que están interrelacionados en la cuenca, a través de un patrón climático de la zona (ANA) citado por (Córdova, 2015).

Se procesó información de imágenes Aster GDEM, para obtener las áreas por cada rango de altitudes, usando el programa Arc Gis 10.4.

Luego se calcula de la siguiente manera (Ver Tabla 18):

Tabla 18. Cálculo de la altitud media

| Cotas (m.s.n.m.) | | Media | Área (km ²) | hi*si |
|-------------------|--------|-------|-------------------------|-----------|
| Mínimo | Máximo | (hi) | (si) | |
| 3100 | 3250 | 3175 | 6.58 | 20892.49 |
| 3250 | 3400 | 3325 | 21.71 | 72200.96 |
| 3400 | 3550 | 3475 | 7.65 | 26593.25 |
| 3550 | 3700 | 3625 | 7.21 | 26138.49 |
| 3700 | 3850 | 3775 | 8.52 | 32148.39 |
| 3850 | 4000 | 3925 | 11.89 | 46652.64 |
| 4000 | 4150 | 4075 | 17.88 | 72842.23 |
| 4150 | 4300 | 4225 | 25.60 | 108175.77 |
| 4300 | 4450 | 4375 | 33.02 | 144450.31 |
| 4450 | 4600 | 4525 | 48.19 | 218044.80 |
| 4600 | 4750 | 4675 | 26.09 | 121979.74 |
| 4750 | 4900 | 4825 | 6.39 | 30834.46 |
| 4900 | 5050 | 4975 | 2.81 | 13965.56 |
| 5050 | 5200 | 5125 | 2.26 | 11601.86 |
| 5200 | 5350 | 5275 | 1.44 | 7588.35 |
| 5350 | 5500 | 5425 | 0.33 | 1798.00 |
| Área Total | | | 227.57 | 955907.29 |

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se determina la altitud media con la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 11. } H_m = \frac{\sum(hi*si)}{\text{Área total}}$$

Donde:

H_m = Altura media de la subcuenca (m.s.n.m.)

hi = Cota media (m.s.n.m.)

si = Área parcial (km²)

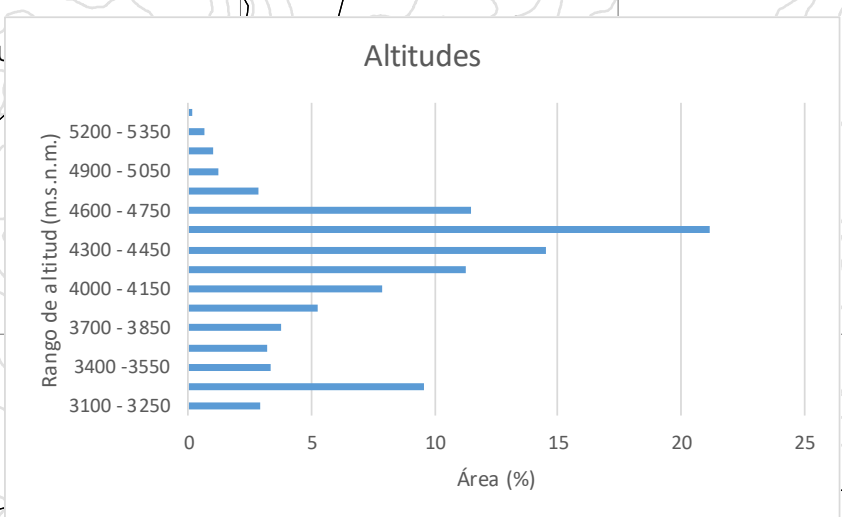
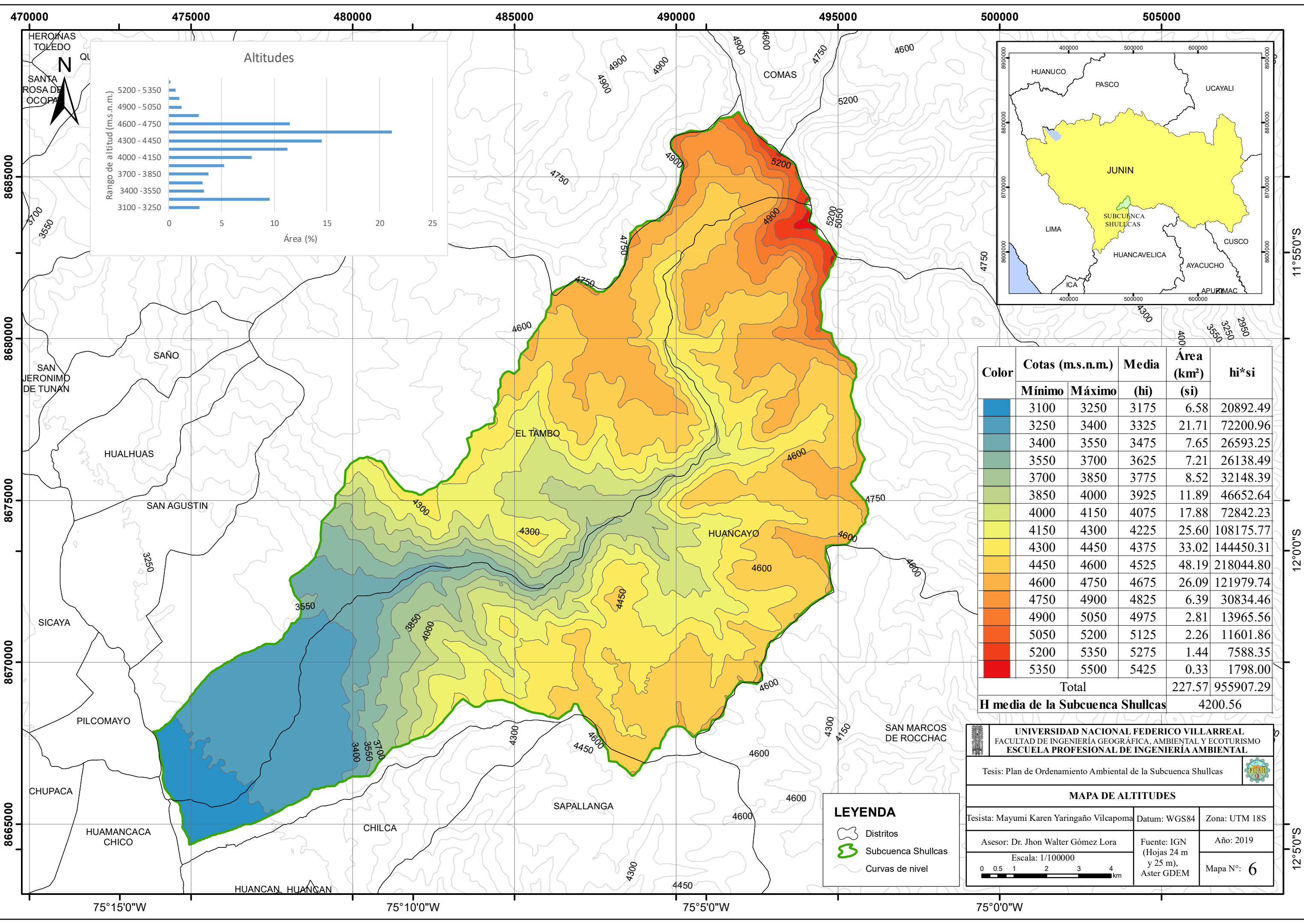
Por lo tanto:

$$H_m = \frac{955907.29}{227.57}$$

Resultando que:

$$H_m = 4200.56$$

El mapa de altitudes se presenta a continuación (Ver Mapa 6):



| Color | Cotas (m.s.n.m.) | | Media (hi) | Área (km²) (si) | hi*si |
|---|------------------|--------|------------|-----------------|-----------|
| | Mínimo | Máximo | | | |
| [Blue] | 3100 | 3250 | 3175 | 6.58 | 20892.49 |
| [Light Blue] | 3250 | 3400 | 3325 | 21.71 | 72200.96 |
| [Teal] | 3400 | 3550 | 3475 | 7.65 | 26593.25 |
| [Green] | 3550 | 3700 | 3625 | 7.21 | 26138.49 |
| [Light Green] | 3700 | 3850 | 3775 | 8.52 | 32148.39 |
| [Yellow-Green] | 3850 | 4000 | 3925 | 11.89 | 46652.64 |
| [Yellow] | 4000 | 4150 | 4075 | 17.88 | 72842.23 |
| [Light Yellow] | 4150 | 4300 | 4225 | 25.60 | 108175.77 |
| [Yellow-Orange] | 4300 | 4450 | 4375 | 33.02 | 144450.31 |
| [Orange] | 4450 | 4600 | 4525 | 48.19 | 218044.80 |
| [Light Orange] | 4600 | 4750 | 4675 | 26.09 | 121979.74 |
| [Orange-Red] | 4750 | 4900 | 4825 | 6.39 | 30834.46 |
| [Red-Orange] | 4900 | 5050 | 4975 | 2.81 | 13965.56 |
| [Red] | 5050 | 5200 | 5125 | 2.26 | 11601.86 |
| [Dark Red] | 5200 | 5350 | 5275 | 1.44 | 7588.35 |
| [Dark Red] | 5350 | 5500 | 5425 | 0.33 | 1798.00 |
| Total | | | | 227.57 | 955907.29 |
| H media de la Subcuenca Shullcas | | | | 4200.56 | |

LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas
- Curvas de nivel

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE ALTITUDES

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: IGN (Hojas 24 m y 25 m), Aster GDEM Año: 2019

Escala: 1/100000

0 0.5 1 2 3 4 km

Mapa N°: 6

○ **Índice de pendiente (I_p):**

Representa la pendiente promedio de la cuenca y un valor de gran importancia para el estudio de la infiltración, recarga de acuíferos y clasificación de cuencas (Gómez, 1987).

Se calcula de la siguiente manera (Ver Tabla 19):

Tabla 19. Cálculos del índice de pendiente

| Cotas (m.s.n.m.) | | Δ de altura (km) | Área (km ²) | Fracción de área (Bi) | \sqrt{Bi} |
|-------------------|--------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------|
| Mínimo | Máximo | | | | |
| 3100 | 3250 | 0.15 | 6.58 | 0.03 | 0.17 |
| 3250 | 3400 | 0.15 | 21.71 | 0.10 | 0.31 |
| 3400 | 3550 | 0.15 | 7.65 | 0.03 | 0.18 |
| 3550 | 3700 | 0.15 | 7.21 | 0.03 | 0.18 |
| 3700 | 3850 | 0.15 | 8.52 | 0.04 | 0.19 |
| 3850 | 4000 | 0.15 | 11.89 | 0.05 | 0.23 |
| 4000 | 4150 | 0.15 | 17.88 | 0.08 | 0.28 |
| 4150 | 4300 | 0.15 | 25.60 | 0.11 | 0.34 |
| 4300 | 4450 | 0.15 | 33.02 | 0.15 | 0.38 |
| 4450 | 4600 | 0.15 | 48.19 | 0.21 | 0.46 |
| 4600 | 4750 | 0.15 | 26.09 | 0.11 | 0.34 |
| 4750 | 4900 | 0.15 | 6.39 | 0.03 | 0.17 |
| 4900 | 5050 | 0.15 | 2.81 | 0.01 | 0.11 |
| 5050 | 5200 | 0.15 | 2.26 | 0.01 | 0.10 |
| 5200 | 5350 | 0.15 | 1.44 | 0.01 | 0.08 |
| 5350 | 5500 | 0.15 | 0.33 | 0.00 | 0.04 |
| Área Total | | | 227.57 | 1.00 | 3.55 |

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se determina el índice de pendiente con la siguiente ecuación:

Ecuación 12. I_p

$$I_p = \sum_{n=z}^n \sqrt{B_i(a_n - a_{n-1})} * \frac{1}{\sqrt{L_M}}$$

Donde:

I_p = índice de pendiente

N = Número de curvas existentes

a_n = Cotas de las curvas de nivel

B_1 = Fracción de área respecto a la superficie total

L_M = Longitud del lado mayor (km)

Por lo tanto:

$$I_P = \frac{3.55}{\sqrt{34.46}}$$

Resultando que:

$$I_P = 0.6054 \approx 60.54\%$$

Parámetros de la red de drenaje:

La forma en la que están conectados los ríos influye en la precipitación (Aramburú, 2015).

La red de drenaje está constituida por un cauce principal y sus cauces tributarios. Mientras más largo sea el cauce de río principal, más ramificaciones tendrá la red de drenaje (Córdova, 2015).

Los parámetros son los siguientes:

- **Orden de los ríos:**

Para calcular el orden de los ríos se utiliza el modelo de Horton Strahler, el cual consiste en asignarle un número a cada uno de los cauces tributarios en forma creciente, desde el inicio de la divisoria de aguas hasta llegar al río principal, de tal manera que el número final señale el orden de la red de drenaje de la cuenca (Córdova, 2015).

Es decir, de la siguiente manera (Ver Figura 17):

- Las quebradas o nacientes no tienen tributarios, por lo tanto, son de primer orden.
- La unión de dos nacientes de primer orden, forman un cauce de segundo orden.
- Dos cauces de segundo orden, forman un cauce de tercer orden, y así consecutivamente.
(Uriarte, 2010)
- Si se unen dos cauces con diferente orden, se considera el de mayor orden.

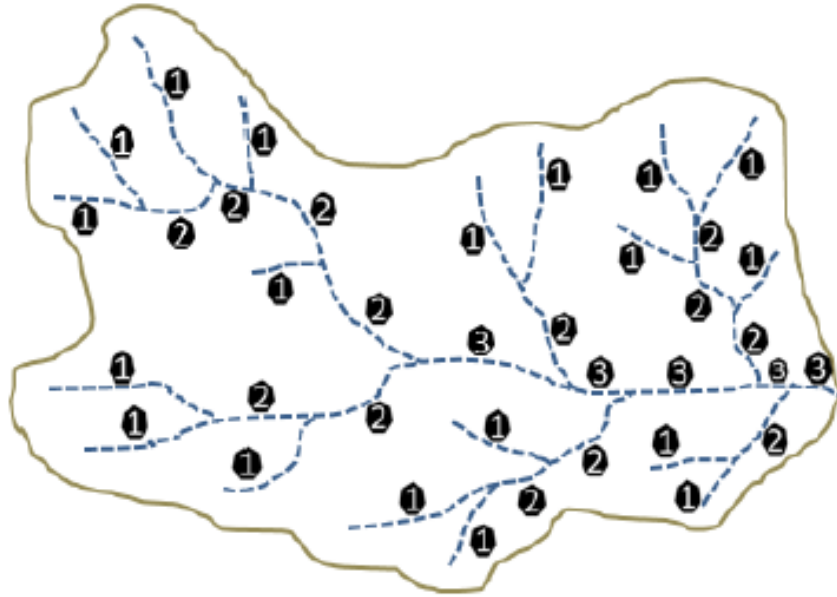
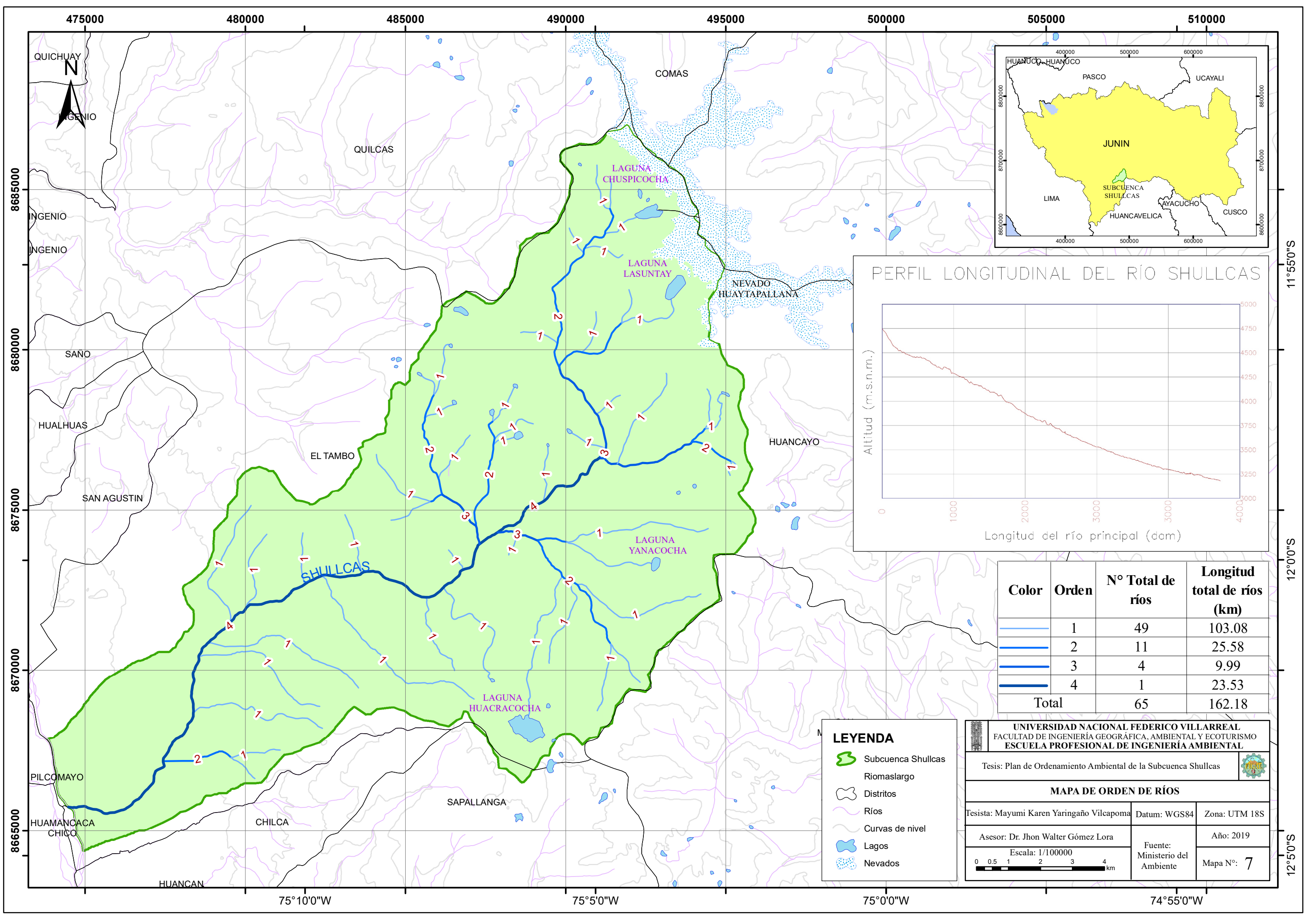


Figura 17. Orden de los ríos según Horton

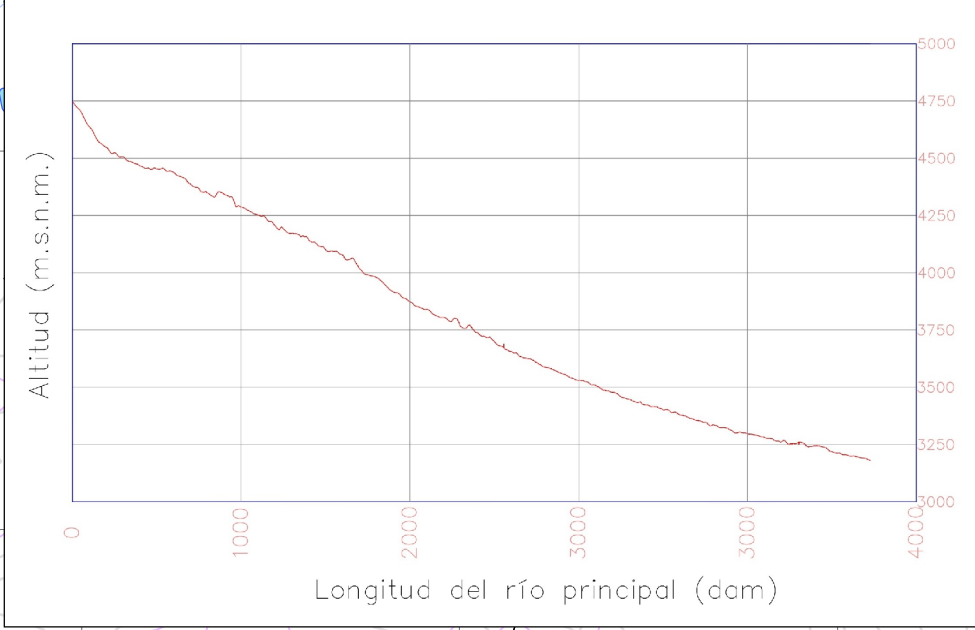
Fuente: Córdoba, 2015

Para calcular el orden de los ríos se ha utilizado el programa Arc Gis 10.4, dando como resultado que el número de total de ríos es 65.

El mapa de orden de ríos se presenta a continuación (Ver Mapa 7):



PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO SHULLCAS



| Color | Orden | Nº Total de ríos | Longitud total de ríos (km) |
|-------|-------|------------------|-----------------------------|
| | 1 | 49 | 103.08 |
| | 2 | 11 | 25.58 |
| | 3 | 4 | 9.99 |
| | 4 | 1 | 23.53 |
| Total | | 65 | 162.18 |

LEYENDA

- Subcuenca Shullcas
- Riomaslargo
- Distritos
- Ríos
- Curvas de nivel
- Lagos
- Nevados

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE ORDEN DE RÍOS

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: Ministerio del Ambiente Año: 2019

Escala: 1/100000 Mapa Nº: 7

El número total y la longitud total de los ríos de orden 1, 2, 3 y 4, se presentan en la siguiente tabla (Ver Tabla 20):

Tabla 20. Orden de ríos de la Subcuenca Shullcas

| Orden | N° Total de ríos | Longitud total de ríos (km) |
|-------|------------------|-----------------------------|
| 1 | 49 | 103.08 |
| 2 | 11 | 25.58 |
| 3 | 4 | 9.99 |
| 4 | 1 | 23.53 |
| Total | 65 | 162.18 |

Fuente: Elaboración propia

○ **Densidad de drenaje:**

Este parámetro indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua efímeros, intermitentes y perennes de la cuenca y el área total de la misma (Uriarte, 2010).

Los valores bajos de esta relación, están asociados a regiones con suelo poco erosionable, baja vegetación y pendientes planas. Mientras que, los valores altos se refieren a que las precipitaciones intervienen rápidamente sobre las descargas de los ríos, además nos indica que existe suelos impermeables y pendientes fuertes (Córdova, 2015).

Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 13. } D_d = \frac{L_i}{A}$$

Donde:

D_d = Densidad de drenaje (km/km²)

L_i = Longitud total de cursos de agua (km)

A = Área total de la cuenca (km²)

Resultando:

$$D_d = 0.71 \text{ km/km}^2$$

○ **Frecuencia de ríos (F_r):**

Este parámetro relaciona el total de los cursos de agua con el total de cuenca.

Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 14. } F_r = \frac{N^\circ \text{ total de ríos}}{A}$$

Donde:

F_r = Frecuencia de ríos (ríos/ km²)

A = Área de la cuenca (km²)

Resultando:

$$F_r = 0.29 \text{ ríos/ km}^2$$

○ **Extensión media de escurrimiento superficial (E_s):**

Es la distancia media en línea recta que el agua precipitada tendrá que recorrer para llegar al lecho de un curso de agua. A menor valor, menor tiempo. A mayor densidad de drenaje, menor escurrimiento superficial (Uriarte, 2010).

Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 15. } E_s = \frac{A}{4L_i}$$

Donde:

E_s = Escurrimiento superficial

A = Área de la cuenca (km²)

L_i = Longitud total de cursos de agua (km)

Resultando:

$$E_s = 0.35 \text{ km}$$

○ **Coefficiente de torrencialidad (C_t):**

Este parámetro resulta de la relación entre el número de cauces de agua de orden 1 y al área de la cuenca.

Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 16. } C_t = \frac{N^{\circ 1}}{A}$$

Donde:

C_t = Coeficiente de torrencialidad (ríos/ Km²)

$N^{\circ} 1$ = Número de ríos de primer orden

A = Área de la cuenca (km²)

Resultando:

$$C_t = 0.22 \text{ ríos/ km}^2$$

○ **Coefficiente de masividad (C_m):**

Este parámetro resulta de la relación entre la altitud media y el área total de la cuenca. Su resultado es alto para cuencas en las que predominan las cumbres altas y bajo para cuencas donde predominan terrenos planos (Córdova, 2015).

Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 17. } C_m = \frac{H_m}{A}$$

Donde:

C_m = Coeficiente de masividad (m/km²)

H_m = Altitud media de la cuenca (m.s.n.m.)

A = Área de la cuenca (km²)

Resultando:

$$C_m = 18.46 \text{ m/km}^2$$

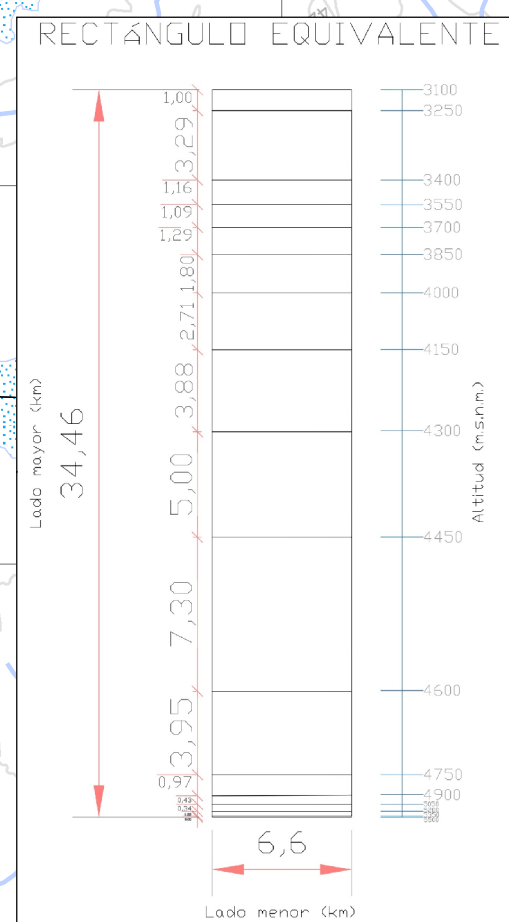
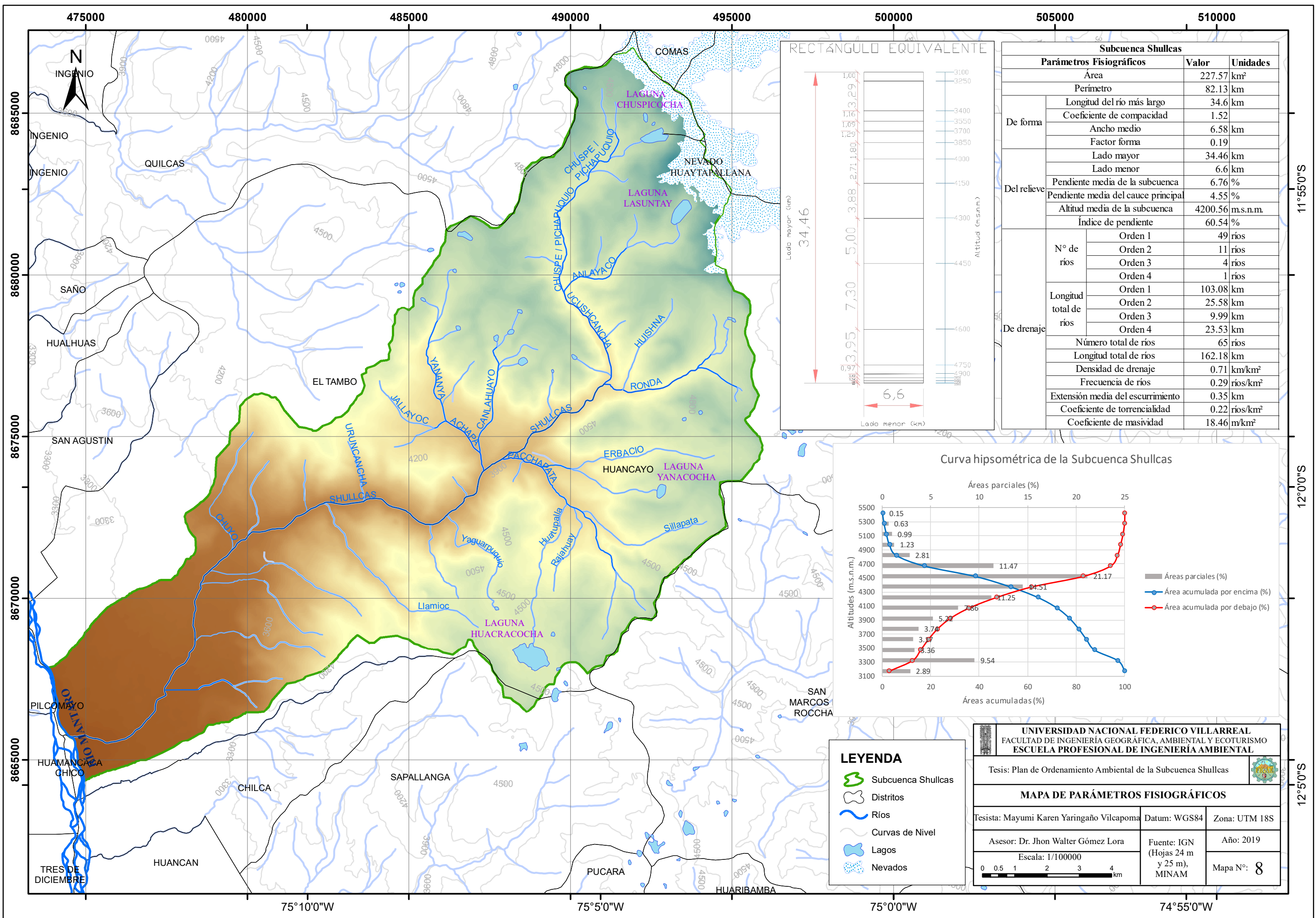
El resumen de los parámetros fisiográficos de la Subcuenca Shullcas se presentan en la siguiente tabla (Ver Tabla 21):

Tabla 21. Resumen de parámetros fisiográficos de la Subcuenca Shullcas

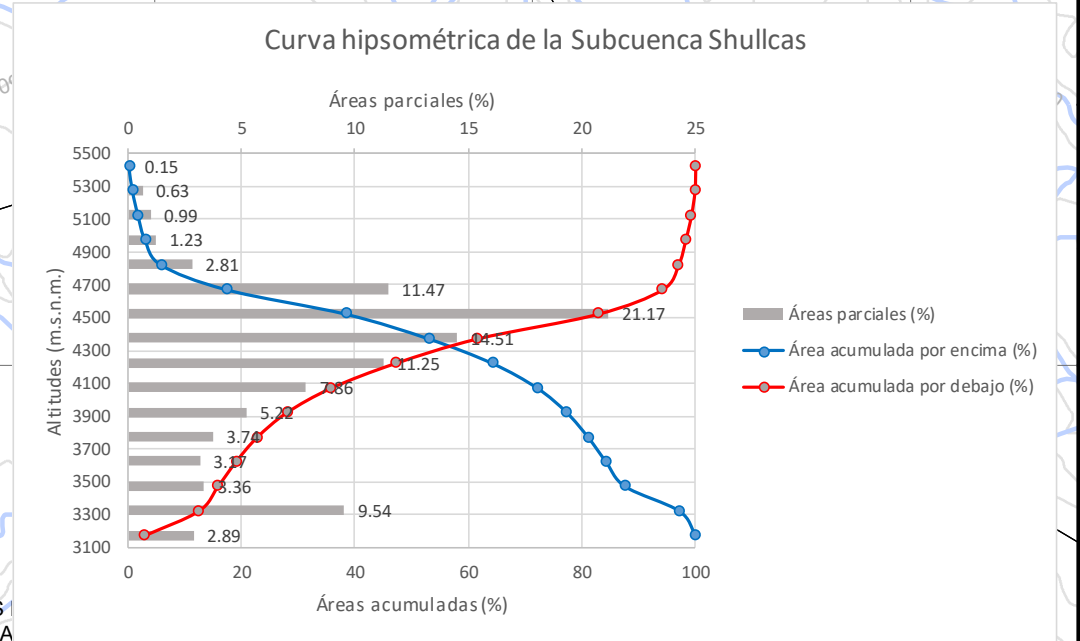
| Subcuenca Shullcas | | | | |
|---------------------------------|---|--------------|----------------------|----------------------|
| Parámetros Fisiográficos | | Valor | Unidades | |
| Área | | 227.57 | km ² | |
| Perímetro | | 82.13 | km | |
| De forma | Longitud del río más largo | 34.6 | km | |
| | Coficiente de compacidad | 1.52 | | |
| | Ancho medio | 6.58 | km | |
| | Factor forma | 0.19 | | |
| Del relieve | Lado mayor | 34.46 | km | |
| | Lado menor | 6.6 | km | |
| | Pendiente media de la subcuenca | 6.76 | % | |
| | Pendiente media del cauce principal | 4.55 | % | |
| | Altitud media de la subcuenca | 4200.56 | m.s.n.m. | |
| Índice de pendiente | | 60.54 | % | |
| De drenaje | N° de ríos | Orden 1 | 49 ríos | |
| | | Orden 2 | 11 ríos | |
| | | Orden 3 | 4 ríos | |
| | | Orden 4 | 1 ríos | |
| | Longitud total de ríos | Orden 1 | 103.08 km | |
| | | Orden 2 | 25.58 km | |
| | | Orden 3 | 9.99 km | |
| | | Orden 4 | 23.53 km | |
| | Número total de ríos | | 65 | ríos |
| | Longitud total de ríos | | 162.18 | km |
| | Densidad de drenaje | | 0.71 | km/km ² |
| | Frecuencia de ríos | | 0.29 | ríos/km ² |
| | Extensión media del escurrimiento superficial | | 0.35 | km |
| Coficiente de torrencialidad | | 0.22 | ríos/km ² | |
| Coficiente de masividad | | 18.46 | m/km ² | |

Fuente: Elaboración propia

A continuación se observan el mapa de parámetros fisiográficos y el mapa de perfiles longitudinales y transversales (Ver Mapa 8 y Mapa 9), además de los perfiles transversales de la Subcuenca Shullcas (Ver Figura 18, Figura 19 y Figura 20).



| Subcuenca Shullcas | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------|----------------------|------|
| Parámetros Fisiográficos | | Valor | Unidades | |
| Área | | 227.57 | km ² | |
| Perímetro | | 82.13 | km | |
| De forma | Longitud del río más largo | 34.6 | km | |
| | Coefficiente de compacidad | 1.52 | | |
| | Ancho medio | 6.58 | km | |
| | Factor forma | 0.19 | | |
| | Lado mayor | 34.46 | km | |
| Del relieve | Lado menor | 6.6 | km | |
| | Pendiente media de la subcuenca | 6.76 | % | |
| | Pendiente media del cauce principal | 4.55 | % | |
| | Altitud media de la subcuenca | 4200.56 | m.s.n.m. | |
| Índice de pendiente | | 60.54 | % | |
| De drenaje | N° de ríos | Orden 1 | 49 ríos | |
| | | Orden 2 | 11 ríos | |
| | | Orden 3 | 4 ríos | |
| | | Orden 4 | 1 ríos | |
| | Longitud total de ríos | Orden 1 | 103.08 km | |
| | | Orden 2 | 25.58 km | |
| | | Orden 3 | 9.99 km | |
| | | Orden 4 | 23.53 km | |
| | Número total de ríos | | 65 | ríos |
| | Longitud total de ríos | | 162.18 | km |
| Densidad de drenaje | | 0.71 | km/km ² | |
| Frecuencia de ríos | | 0.29 | ríos/km ² | |
| Extensión media del escurrimiento | | 0.35 | km | |
| Coeficiente de torrencialidad | | 0.22 | ríos/km ² | |
| Coeficiente de masividad | | 18.46 | m/km ² | |



LEYENDA

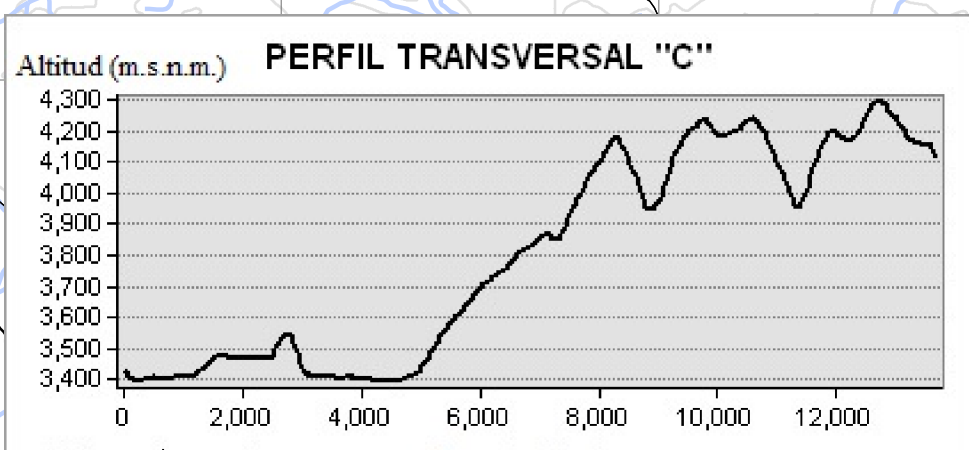
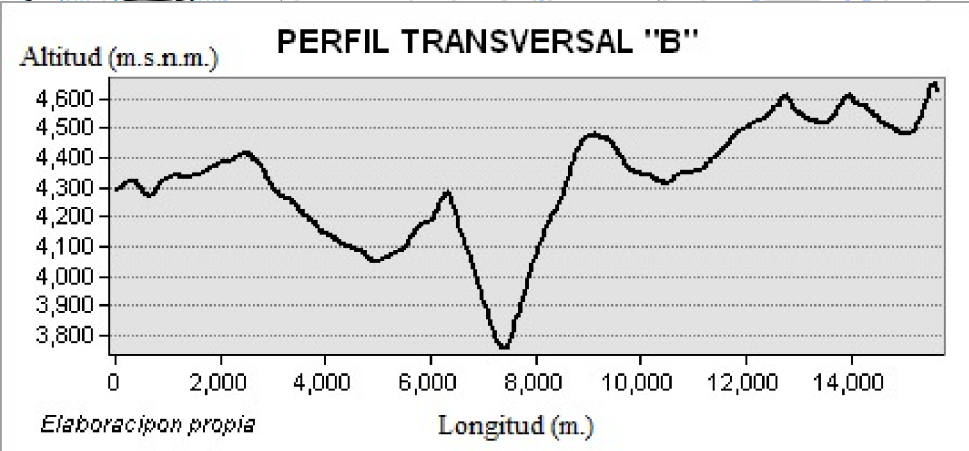
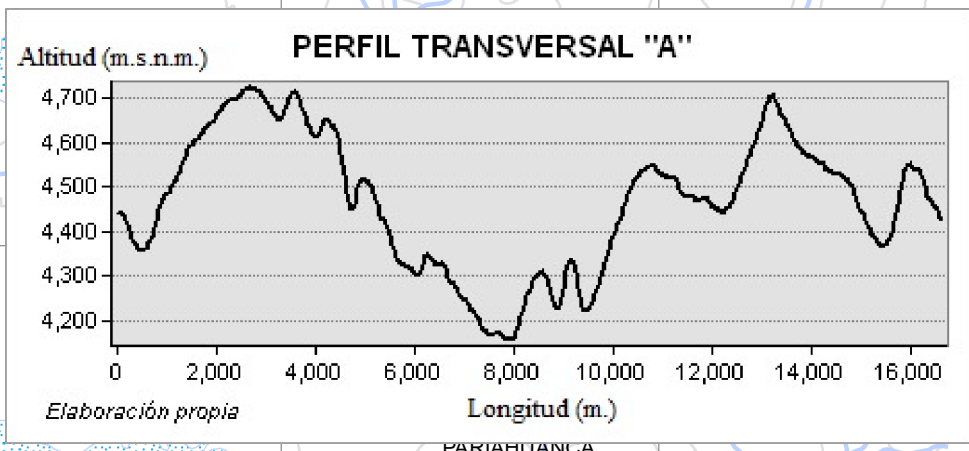
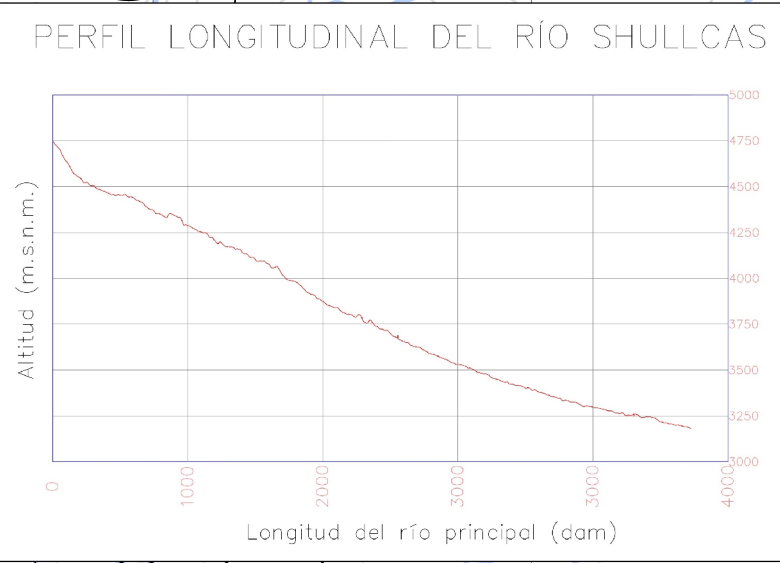
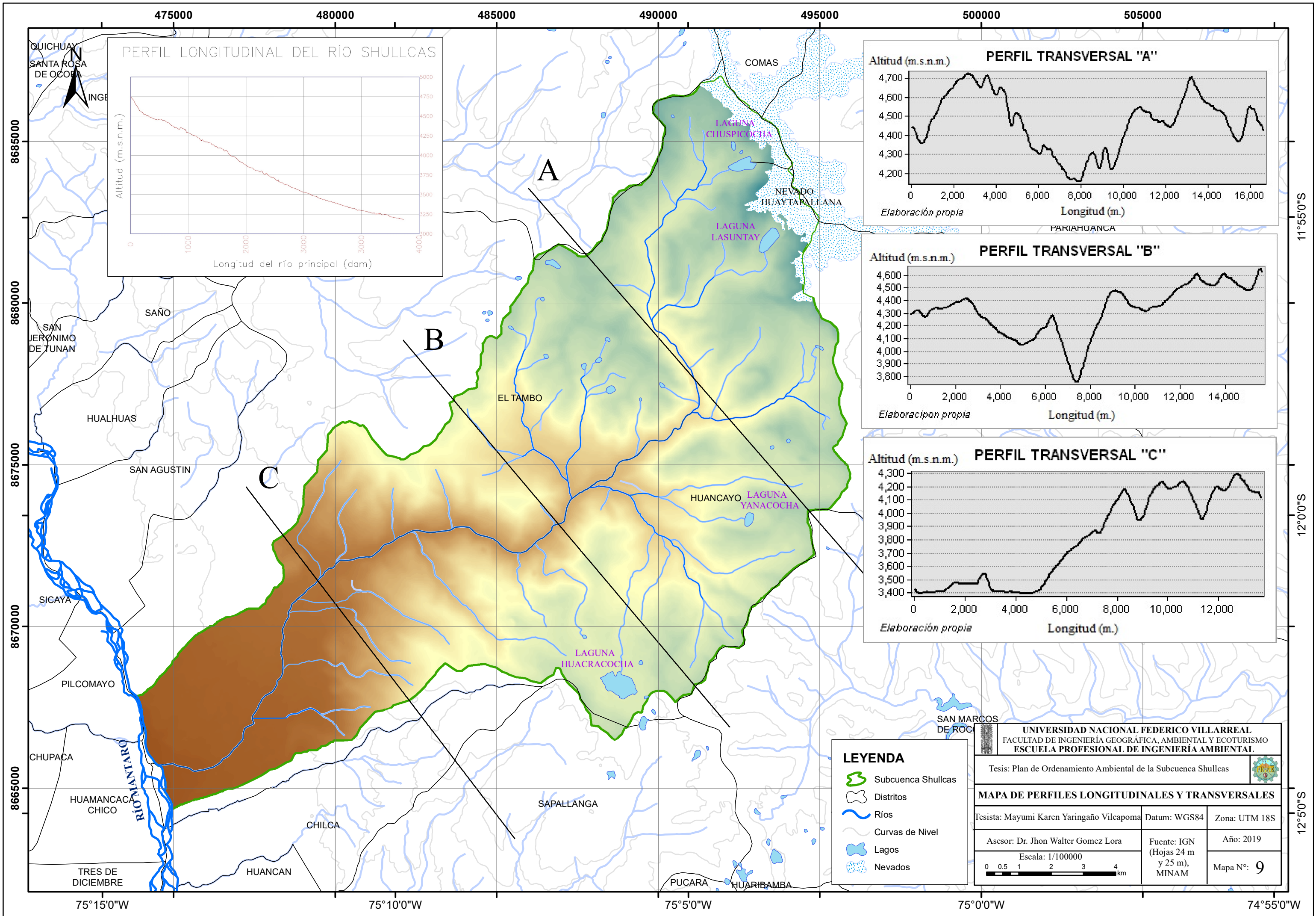
- Subcuenca Shullcas
- Distritos
- Ríos
- Curvas de Nivel
- Lagos
- Nevados

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE PARÁMETROS FISIográficos

| | | |
|---|--|---------------|
| Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma | Datum: WGS84 | Zona: UTM 18S |
| Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora | Fuente: IGN (Hojas 24 m y 25 m), MINAM | Año: 2019 |
| Escala: 1/100000 | | Mapa N°: 8 |



- #### LEYENDA
- Subcuenca Shullcas
 - Distritos
 - Ríos
 - Curvas de Nivel
 - Lagos
 - Nevados

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE PERFILES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

| | | |
|---|--|---------------|
| Tesisista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma | Datum: WGS84 | Zona: UTM 18S |
| Asesor: Dr. Jhon Walter Gomez Lora | Fuente: IGN (Hojas 24 m y 25 m), MINAM | Año: 2019 |
| Escala: 1/100000 | | Mapa N°: 9 |

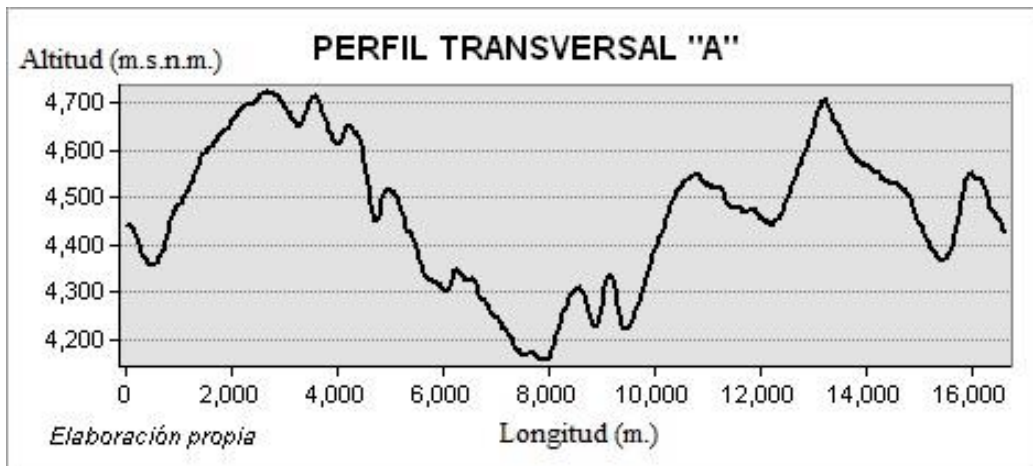


Figura 18. Perfil transversal del tramo "A"

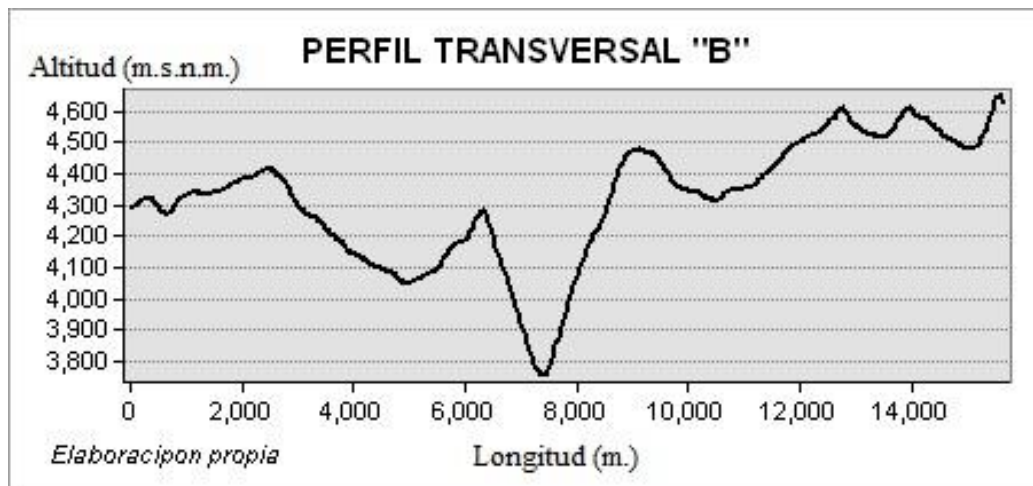


Figura 19. Perfil transversal del tramo "B"

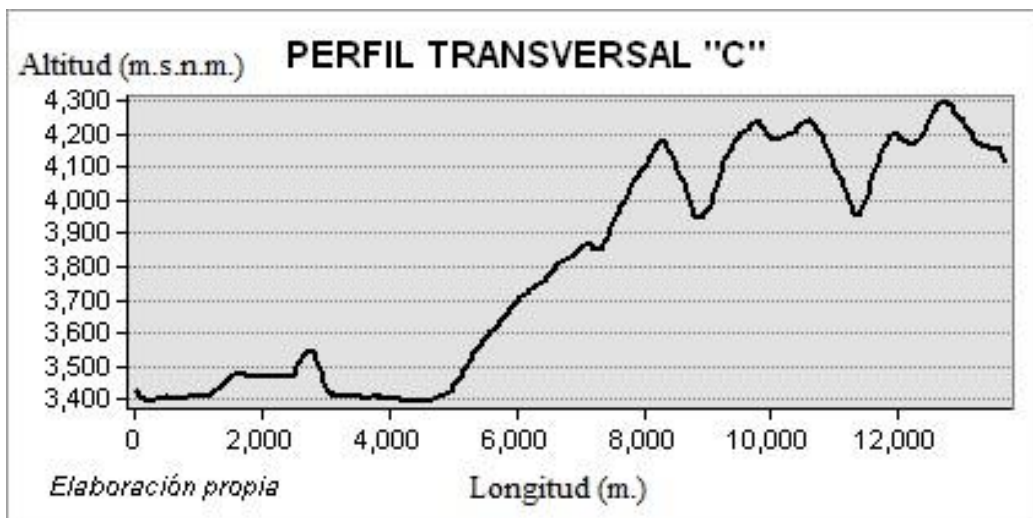


Figura 20. Perfil transversal del tramo "C"

A su vez, para un mayor análisis, se ha calculado los parámetros de las principales microcuencas que conforman la Subcuenca Shullcas.

Entre ellas se encuentran:

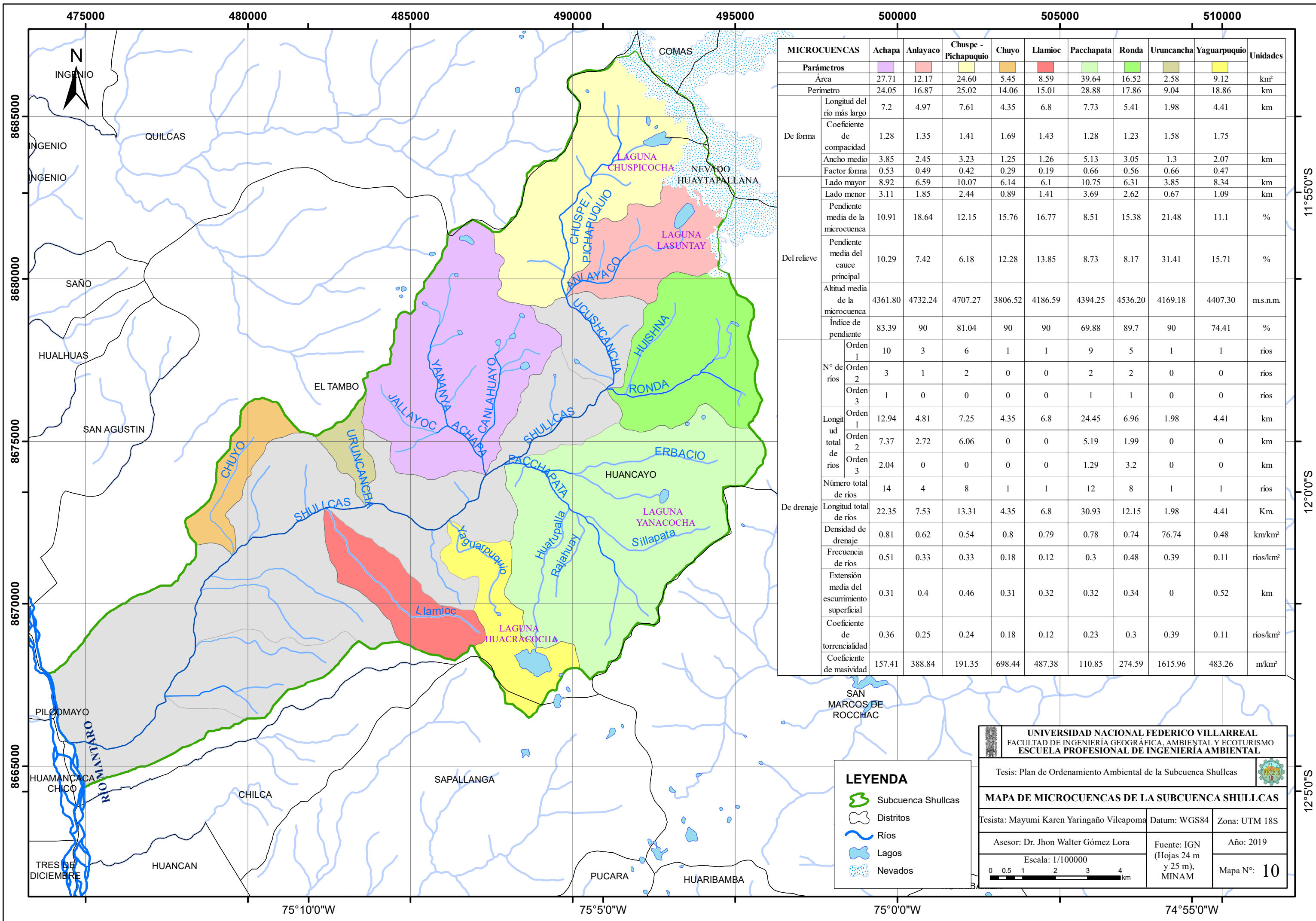
- Microcuenca Achapa: Conformado por las quebradas Canlahuayo, Jallayoc y Yananya
- Microcuenca Anlayaco
- Microcuenca Chuspe – Pichapuquio
- Microcuenca Chuyo
- Microcuenca Llamio
- Microcuenca Pacchapata: Conformado por las quebradas Erbacio, Huatupalla, Rjahuay y Sillapata.
- Microcuenca Ronda: Conformado por la quebrada Huishna
- Microcuenca Uruncancha
- Microcuenca Yaguarpuquio

A continuación se observa el resumen de los parámetros fisiográficos de las principales microcuencas de la Subcuenca Shullcas (Ver Tabla 22) y el mapa de microcuencas de la Subcuenca Shullcas (Ver Mapa 10):

Tabla 22. Resumen de parámetros fisiográficos de las principales microcuencas de la Subcuenca Shullcas

| MICROCUENCAS / PARÁMETROS | | Achapa | Anlayaco | Chuspe - Pichapuquio | Chuyo | Llamioc | Pacchapata | Ronda | Uruncancha | Yaguarpuquio | Unidades | |
|-------------------------------|---|---------|----------|----------------------|---------|---------|------------|---------|------------|--------------|----------------------|----------------------|
| Área | | 27.71 | 12.17 | 24.60 | 5.45 | 8.59 | 39.64 | 16.52 | 2.58 | 9.12 | km ² | |
| Perímetro | | 24.05 | 16.87 | 25.02 | 14.06 | 15.01 | 28.88 | 17.86 | 9.04 | 18.86 | km | |
| De forma | Longitud del río más largo | 7.2 | 4.97 | 7.61 | 4.35 | 6.8 | 7.73 | 5.41 | 1.98 | 4.41 | km | |
| | Coefficiente de compacidad | 1.28 | 1.35 | 1.41 | 1.69 | 1.43 | 1.28 | 1.23 | 1.58 | 1.75 | | |
| | Ancho medio | 3.85 | 2.45 | 3.23 | 1.25 | 1.26 | 5.13 | 3.05 | 1.3 | 2.07 | km | |
| | Factor forma | 0.53 | 0.49 | 0.42 | 0.29 | 0.19 | 0.66 | 0.56 | 0.66 | 0.47 | | |
| Del relieve | Lado mayor | 8.92 | 6.59 | 10.07 | 6.14 | 6.1 | 10.75 | 6.31 | 3.85 | 8.34 | km | |
| | Lado menor | 3.11 | 1.85 | 2.44 | 0.89 | 1.41 | 3.69 | 2.62 | 0.67 | 1.09 | km | |
| | Pendiente media | 10.91 | 18.64 | 12.15 | 15.76 | 16.77 | 8.51 | 15.38 | 21.48 | 11.1 | % | |
| | Pendiente media del cauce principal | 10.29 | 7.42 | 6.18 | 12.28 | 13.85 | 8.73 | 8.17 | 31.41 | 15.71 | % | |
| | Altitud media | 4361.80 | 4732.24 | 4707.27 | 3806.52 | 4186.59 | 4394.25 | 4536.20 | 4169.18 | 4407.30 | m.s.n.m. | |
| Índice de pendiente | | 83.39 | 90 | 81.04 | 90 | 90 | 69.88 | 89.7 | 90 | 74.41 | % | |
| De drenaje | N° de ríos | Orden 1 | 10 | 3 | 6 | 1 | 1 | 9 | 5 | 1 | 1 | ríos |
| | | Orden 2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | ríos |
| | | Orden 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | ríos |
| | Longitud total de ríos | Orden 1 | 12.94 | 4.81 | 7.25 | 4.35 | 6.8 | 24.45 | 6.96 | 1.98 | 4.41 | km |
| | | Orden 2 | 7.37 | 2.72 | 6.06 | 0 | 0 | 5.19 | 1.99 | 0 | 0 | km |
| | | Orden 3 | 2.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.29 | 3.2 | 0 | 0 | km |
| | Número total de ríos | | 14 | 4 | 8 | 1 | 1 | 12 | 8 | 1 | 1 | ríos |
| | Longitud total de ríos | | 22.35 | 7.53 | 13.31 | 4.35 | 6.8 | 30.93 | 12.15 | 1.98 | 4.41 | km |
| | Densidad de drenaje | | 0.81 | 0.62 | 0.54 | 0.8 | 0.79 | 0.78 | 0.74 | 76.74 | 0.48 | km/km ² |
| | Frecuencia de ríos | | 0.51 | 0.33 | 0.33 | 0.18 | 0.12 | 0.3 | 0.48 | 0.39 | 0.11 | ríos/km ² |
| | Extensión media del escurrimiento superficial | | 0.31 | 0.4 | 0.46 | 0.31 | 0.32 | 0.32 | 0.34 | 0 | 0.52 | km |
| Coeficiente de torrencialidad | | 0.36 | 0.25 | 0.24 | 0.18 | 0.12 | 0.23 | 0.3 | 0.39 | 0.11 | ríos/km ² | |
| Coeficiente de masividad | | 157.41 | 388.84 | 191.35 | 698.44 | 487.38 | 110.85 | 274.59 | 1615.96 | 483.26 | m/km ² | |

Elaboración propia



| MICROCUCENAS | Achapa | Anlayaco | Chuspe - Pichapuquio | Chuyo | Llamioc | Pacchapata | Ronda | Uruncancha | Yaguarpuquio | Unidades | |
|------------------------|---|----------|----------------------|---------|---------|------------|---------|------------|--------------|-----------------|----------------------|
| Parámetros | | | | | | | | | | | |
| Área | 27.71 | 12.17 | 24.60 | 5.45 | 8.59 | 39.64 | 16.52 | 2.58 | 9.12 | km ² | |
| Perímetro | 24.05 | 16.87 | 25.02 | 14.06 | 15.01 | 28.88 | 17.86 | 9.04 | 18.86 | km | |
| De forma | Longitud del río más largo | 7.2 | 4.97 | 7.61 | 4.35 | 6.8 | 7.73 | 5.41 | 1.98 | 4.41 | km |
| | Coefficiente de compacidad | 1.28 | 1.35 | 1.41 | 1.69 | 1.43 | 1.28 | 1.23 | 1.58 | 1.75 | |
| | Ancho medio | 3.85 | 2.45 | 3.23 | 1.25 | 1.26 | 5.13 | 3.05 | 1.3 | 2.07 | km |
| | Factor forma | 0.53 | 0.49 | 0.42 | 0.29 | 0.19 | 0.66 | 0.56 | 0.66 | 0.47 | |
| Del relieve | Lado mayor | 8.92 | 6.59 | 10.07 | 6.14 | 6.1 | 10.75 | 6.31 | 3.85 | 8.34 | km |
| | Lado menor | 3.11 | 1.85 | 2.44 | 0.89 | 1.41 | 3.69 | 2.62 | 0.67 | 1.09 | km |
| | Pendiente media de la microcuenca | 10.91 | 18.64 | 12.15 | 15.76 | 16.77 | 8.51 | 15.38 | 21.48 | 11.1 | % |
| | Pendiente media del cauce principal | 10.29 | 7.42 | 6.18 | 12.28 | 13.85 | 8.73 | 8.17 | 31.41 | 15.71 | % |
| | Altitud media de la microcuenca | 4361.80 | 4732.24 | 4707.27 | 3806.52 | 4186.59 | 4394.25 | 4536.20 | 4169.18 | 4407.30 | m.s.n.m. |
| | Índice de pendiente | 83.39 | 90 | 81.04 | 90 | 90 | 69.88 | 89.7 | 90 | 74.41 | % |
| | Nº de ríos | Orden 1 | 10 | 3 | 6 | 1 | 1 | 9 | 5 | 1 | 1 |
| Orden 2 | | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | ríos |
| Orden 3 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | ríos |
| Longitud total de ríos | Orden 1 | 12.94 | 4.81 | 7.25 | 4.35 | 6.8 | 24.45 | 6.96 | 1.98 | 4.41 | km |
| | Orden 2 | 7.37 | 2.72 | 6.06 | 0 | 0 | 5.19 | 1.99 | 0 | 0 | km |
| | Orden 3 | 2.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.29 | 3.2 | 0 | 0 | km |
| De drenaje | Número total de ríos | 14 | 4 | 8 | 1 | 1 | 12 | 8 | 1 | 1 | ríos |
| | Longitud total de ríos | 22.35 | 7.53 | 13.31 | 4.35 | 6.8 | 30.93 | 12.15 | 1.98 | 4.41 | Km. |
| | Densidad de drenaje | 0.81 | 0.62 | 0.54 | 0.8 | 0.79 | 0.78 | 0.74 | 76.74 | 0.48 | km/km ² |
| | Frecuencia de ríos | 0.51 | 0.33 | 0.33 | 0.18 | 0.12 | 0.3 | 0.48 | 0.39 | 0.11 | ríos/km ² |
| | Extensión media del escurrimiento superficial | 0.31 | 0.4 | 0.46 | 0.31 | 0.32 | 0.32 | 0.34 | 0 | 0.52 | km |
| | Coefficiente de torrencialidad | 0.36 | 0.25 | 0.24 | 0.18 | 0.12 | 0.23 | 0.3 | 0.39 | 0.11 | ríos/km ² |
| | Coefficiente de masividad | 157.41 | 388.84 | 191.35 | 698.44 | 487.38 | 110.85 | 274.59 | 1615.96 | 483.26 | m/km ² |

LEYENDA

- Subcuenca Shullcas
- Distritos
- Ríos
- Lagos
- Nevados

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE MICROCUCENAS DE LA SUBCUENCA SHULLCAS

Tesisista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: IGN (Hojas 24 m y 25 m), MINAM Año: 2019

Escala: 1/100000

0 0.5 1 2 3 4 km

Mapa N°: 10

4.1.2.5. Geología

De acuerdo al mapa geológico del INGEMMET del año 2016, en la Subcuenca Shullcas se encontraron 29 unidades litoestratigráficas, de los cuales, mayor parte de la geología proviene del cuaternario y pérmico con un 46.01% y 30.28% respectivamente. Cada una de dichas unidades litoestratigráficas se describen a continuación (Ver Tabla 23):

Tabla 23. Descripción de las unidades litoestratigráficas de la Subcuenca Shullcas

| Geología | Descripción |
|--|---|
| Complejo Metamórfico (PE-ef) | Proviene del precámbrico, se trata de un complejo de rocas metamórficas dentro de las cuales se tiene gneises graníticos de grano medio, con bandas de cuarzo deformadas, plagioclasas sericitizadas y abundante mica (muscovita), mostrándose muy cizallados y meteorizados. |
| Secuencia metamórfica Huaytapallana (Pe-i) | Proviene del precámbrico y está constituido por una serie metamórfica espesa de origen pelítico dominante. Los tipos de rocas se agrupan en 3 secuencias: Micaequistos y gneises de grano fino, calcomagnesiana y orthoderivada o mixta; una alternancia de gneises calcomagnesianos y de mármoles en bancos pequeños, que pueden tener como origen margas, pelitas calcáreas y calizas impuras; y metabasitas ortho y para derivadas, es decir asociadas a los mármoles. |
| Dep. Morrénico (Qr-mo) | Proviene del cuaternario reciente y de la segunda glaciación, además ocupan los valles glaciares escalonados en forma de "U". En las morrenas frontales y cercanas a la secuencia metamórfica Huaytapallana se forman represas naturales constituyendo las lagunas actuales. |
| Dep. Morrénico (Qp-mo) | |
| Dep. Fluvioglacial (Qr-fg) | Proviene del cuaternario reciente y son productos redepositados de origen morrénico y glacial trasladados y acumulados por el hielo y en áreas de topografía suave. Se encuentran cerca del lado central de la subcuenca de estudio, por los centros poblados Acopalca y Cullpa. |
| Terrazas Fluvioglaciares (T2) | Proviene del cuaternario reciente y está formada de conglomerados con cantos y matriz arenosa. Esta terraza ha sido afectada por los movimientos tardíos de la Tectónica Andina. Se ubica en el distrito de El Tambo, en el centro poblado de Cochas Chico. |
| Terrazas Fluvioglaciares (Q-t2) | Proviene del cuaternario reciente y se encuentra el valle del río Mantaro formando diferentes niveles. Están constituidas por bancos de conglomerados sueltos, formados por cantos bien redondeados y por bancos de arena, areniscas arcillosas y arcillas, ambas de color rosado. Las acumulaciones de elementos finos están relacionadas a decrementos locales de la pendiente de los Ríos Mantaro y Shullcas. |

| Geología | Descripción |
|--|---|
| Terrazas Fluvioglaciares (Q-t3) | Proviene del cuaternario reciente. Esta terraza es la más baja y con varios niveles escalonados. El lecho de inundación del Río Mantaro está ocupado por un material aluvial más reciente, redondeado, lavado y no colonizado por vegetación que proviene mayormente de materiales, mayormente cantos aluviales anteriores derivados de las terrazas anteriores. |
| Dep. deslizamientos (Q-d1) | Proviene del cuaternario, específicamente de la primera glaciación. Las pendientes que circundan la depresión de Huancayo, están cubiertas por gruesas capas de escombros de las grandes laderas y materiales de deslizamientos que se reconocen por su cementación calcárea y su fuerte encostramiento superficial. Los escombros son de origen periglaciárico y consisten de cantos angulosos dispuestos en lechos medianos paralelos a la pendiente. |
| Dep. escombros (Q-e1) | |
| Glaciación Punrun (Q-g2) | Proviene del cuaternario. Se evidencian morrenas no encostradas de la segunda glaciación, las cuales tienen formas morfológicas nítidas y abundan en todos los valles de altura superior a 3800 m.s.n.m. Se encuentran mayormente cerca de los límites del distrito de Huancayo y el Distrito de San Marcos de Rocchac de Huancavelica. |
| Depósitos ligados a la tercera glaciación (Q-g3) | Proviene del cuaternario, específicamente de la tercera glaciación. Los conos de escombros recientes no están encostrados, a menudo están desprovistos de cubierta vegetal y en la mayoría de los casos son todavía activos. Se ubican alrededor de la laguna Huacracocha. |
| Depósitos de deslizamientos (Qh-dl) | Proviene del cuaternario. Presenta fragmentos subangulosos caóticos en matriz areno limosa. |
| Depósitos fluviales (Qh-fl) | Proviene del cuaternario y de la meteorización y erosión de las rocas trasladados por el agua del Río Mantaro y depositados en su cauce antiguo y/o área anegadiza. Se pueden encontrar gravas y arenas en matriz limo arenosa, esta incluye conos aluviales. |
| Gpo. Jauja (NQ-j) | Proviene de la transición entre el cuaternario y el neógeno. Comprende conglomerados basales cubiertos por areniscas finas y lutitas silíceas ricas en diatomeas, que localmente pasan a verdaderas diatomitas. Las areniscas y lutitas son lacustres y contienen gasterópodos, lamelibranquios y ostracodos de agua dulce. En base a los hallazgos de restos de Megatherium y Mastodonte se le atribuye una edad pleistocénica. |
| Fm Casapalca (KP-c2) | Proviene del terciario inferior. Están conformados en gran parte por areniscas y arcillas rojas a amarillas verdosas, que alterna con niveles calcáreos y travertinos. A su vez afloran niveles de arcilla que contienen charofitas. |
| Fm Aramachay (Ji-a) | Proviene del jurásico inferior. Está formado principalmente de lutitas negras, calizas y lodos bituminosos con cherts y material rico en |

| Geología | Descripción |
|------------------------------------|--|
| | fosfatos, vanadio, selenio y otros minerales. La sedimentación tuvo lugar en un medio marino de condiciones euxínicas, y el aporte continental correspondería a una relativa erosión como producto de la reactivación tectónica. La ocurrencia de fosfatos, se debió a los encuentros de corrientes marinas frías y calientes y la construcción de un reef (precipitación de fosfatos). |
| Gpo. Pucara (TrJi-pu) | Proviene del jurásico superior. Está compuesto por las series marinas alargadas que afloran en los Andes Centrales. Estas son calizas gris azulinas en bancos medios a gruesos con nódulos de chert. Se ubica a lo largo de los centros poblados Hacienda Chamisería de Freyre, Pañaspampa y Uñas Alto. |
| Fm Chambara (Trs-ch) | Proviene del triásico superior. Esta formación es exclusivamente calcárea. En sus afloramientos existen niveles dolomíticos con yeso y cargnolas asociados a las calizas. En la parte superior se encuentran facies calcáreas con turbiditas, brechas calcáreas, calizas con chert y dolomitas. En la parte inferior se encuentra material detrítico y volcánico (spilitas), tufos retrabajados, grauwakas, margas, yeso y dolomitas. |
| Gpo. Copacabana (Pi-co) | Proviene del pérmico inferior a medio. Es donde afloran sedimentos calcáreos marinos. Está compuesto de calizas medias a grises micríticas con intercalaciones importantes de lutitas negras y en menor proporción de limolitas. La estratificación es paralela con algunos niveles ondulados y slumping. Las calizas están fuertemente recristalizadas y a veces silicificadas. Existen areniscas blancas en los niveles superiores, con presencia de fauna fósil. |
| Rocas subvolcánicas (Ps-rd) | Proviene del pérmico superior. También son denominadas hipabisales. Está conformado principalmente por riolitas y dacitas. Se encuentra ubicado en el centro poblado de Cochas Chico de El Tambo y en el centro poblado de Huancahuachas de Huancayo. |
| Gpo. Mitu (Ps-m) | Proviene del pérmico superior. Es una serie de molasas con intercalaciones volcánicas, compuestas de elementos de la cadena eohercínica habiéndose sedimentado en fosas subsidentes formadas en el curso de la fase de la distensión tardihercínica. Se puede agrupar el material de los diferentes niveles en dos facies: Facies detrítica (Conglomerados, areniscas y lutitas terrígenas con estratificación gruesa) y facies volcánicas (Lavas, tufos é ignimbritas piroclásticas). |
| Gpo. Mitu (PsT-mi) | |
| Fm Palaus (Ps-p) | Proviene del pérmico superior. Es de facies molásico post-orogénica por lo tanto equivalente al Grupo Mitu. Se encuentra en zonas alargadas y paralelas a la secuencia metamórfica Huaytapallana. |

| Geología | Descripción |
|--------------------------|--|
| Gpo. Tarma (Cs-ta) | Proviene del carbonífero superior. Las rocas son predominantemente marinas. Se encuentran dos tipos de facies: Una facie con predominancia de areniscas y conglomerados y una facie más pelítica. Las secciones estratigráficas conforman un conglomerado basal, seguido de una serie terrígena que alternan en areniscas a veces microconglomeráticas, lutitas y limolitas negras con intercalaciones calcáreas relativamente diagenizadas. La fauna es abundante en los niveles calcáreos, contienen braquiópodos, briozoarios y crinoideos, equinodermos y foraminíferos. |
| Fm Concepción (Dim-c) | Proviene del devoniano medio inferior. El flysch devónico manifiesta una actividad tectónica de la cuenca. Presenta diferentes tipos de "slumps", la serie comprende una alternancia monótona de lutitas con areniscas en estratificación gradacional. Los niveles conglomerádicos son testigos de un acarreo de cuarcitas redondas. Además, existen niveles calcáreos y calcoarenitas en el tope. Las capas de areniscas son raramente gruesas, conservando en la base de los bancos toda una gama de estructuras sedimentarias. |
| Grupo Cabanillas (D-ca) | Proviene del devoniano. Presenta una intercalación de areniscas y lutitas micáceas en estratos medianos. Se observa un alitología equivalente a la de Concepción. Abarca los centros poblados de Ñuñungayoc y Cashacasha, localizados en la parte central de la subcuenca, hasta el borde con el distrito de San Marcos de Rocchac. |

Fuente: Adaptado de (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET], 1994), (Instituto

Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET], 1968) y (Ballardo, s.f.)

Las unidades litoestratigráficas que predominan en la Subcuenca Shullcas son el “Grupo Mitu” (Ps-m y PsT-mi) con un 26.53%, el “Depósito morrénico” (Qr – mo y Qp-mo) con un 20.03%, también las “Terrazas fluvio-glaciares” (T2, Q-t2 y Q-t3) con el 12.10% del área total (Ver Tabla 24 y Figura 21).

Tabla 24. Unidades litoestratigráficas de la Subcuenca Shullcas

| Eón | Eratema | Sistema | Serie | Símbolo | Unidades litoestratigráficas | Área (km ²) | Área (%) | |
|-------------|------------|--------------|---------------------|-----------|---|-------------------------|--------------|------|
| Precámbrico | | | | PE-ef | Complejo Metamórfico | 0.95 | 0.42 | |
| | | | | Pe-i | Secuencia metamórfica Huaytapallana | 9.75 | 4.29 | |
| Fanerozoico | Cenozoico | Cuaternario | Reciente | Qr-mo | Dep. Morrénico | 2.77 | 1.22 | |
| | | | | Qp-mo | | 43.41 | 19.08 | |
| | | | | Qr-fg | Dep. Fluvioglaciario | 5.63 | 2.47 | |
| | | | | T2 | Terrazas Fluvioglaciares | 2.44 | 1.07 | |
| | | | | Q-t2 | | 24.61 | 10.82 | |
| | | | | Q-t3 | | 0.48 | 0.21 | |
| | | | Primera glaciación | Q-d1 | Dep. deslizamientos | 3.46 | 1.52 | |
| | | | | Q-e1 | Dep. escombros | 3.05 | 1.34 | |
| | | | Segunda glaciación | Q-g2 | Glaciación Punrun | 9.39 | 4.13 | |
| | | | Tercera glaciación | Q-g3 | Depósitos ligados a la tercera glaciación | 4.36 | 1.92 | |
| | | | | Qh-dl | Depósitos de deslizamientos | 1.40 | 0.62 | |
| | | | | Qh-fl | Depósitos fluviales | 0.75 | 0.33 | |
| | | | Cuaternario/Neógeno | | NQ-j | Gpo. Jauja | 0.17 | 0.08 |
| | | | Mesozoico | Terciario | Inferior | KP-c2 | Fm Casapalca | 0.39 |
| | Ji-a | Fm Aramachay | | | | 1.80 | 0.79 | |
| | Jurásico | Superior | | TrJi-pu | Gpo. Pucara | 7.83 | 3.44 | |
| | | | | Trs-ch | Fm Chambara | 10.87 | 4.77 | |
| | Triásico | | | | | | | |
| | Paleozoico | Pérmico | Inferior | Pi-co | Gpo. Copacabana | 1.30 | 0.57 | |
| | | | | Superior | Ps-rd | Rocas subvolcánicas | 4.09 | 1.80 |
| | | | Ps-m | | Gpo. Mitu | 35.67 | 15.68 | |
| | | | PsT-mi | | | 24.62 | 10.82 | |
| | | | Ps-p | | Fm Palaus | 1.30 | 0.57 | |
| | | | Carbonífero | Cs-ta | Gpo. Tarma | 0.48 | 0.21 | |
| | | Devoniano | Medio inferior | Dim-c | Fm Concepción | 2.09 | 0.92 | |
| | | | | D-ca | Grupo Cabanillas | 18.10 | 7.95 | |
| | | Otros | | | | Lgn | Lagunas | 1.49 |
| Pbl | | | | | | Pueblo | 4.90 | 2.15 |
| Total | | | | | | 227.57 | 100.00 | |

Fuente: Elaboración propia

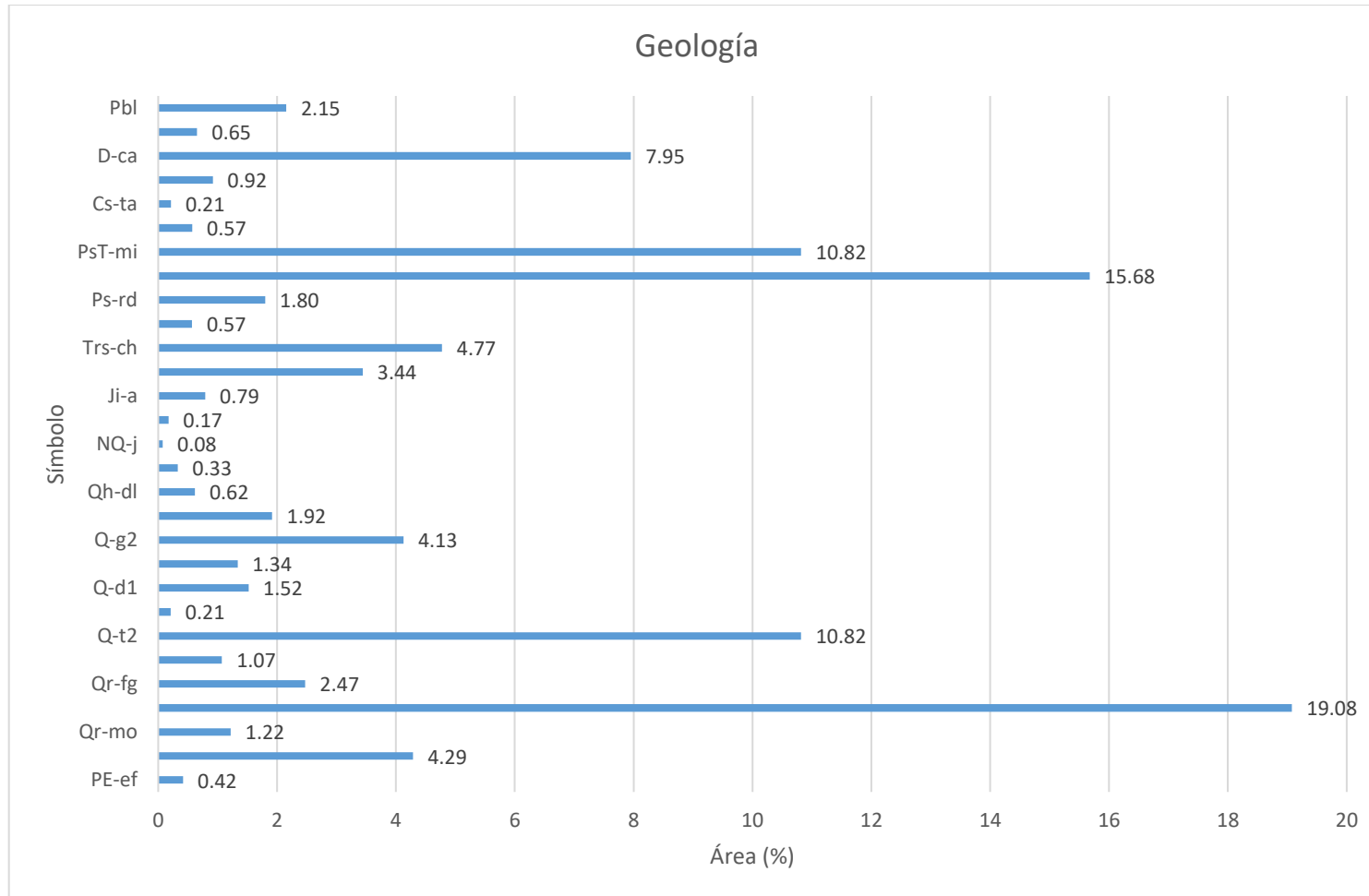
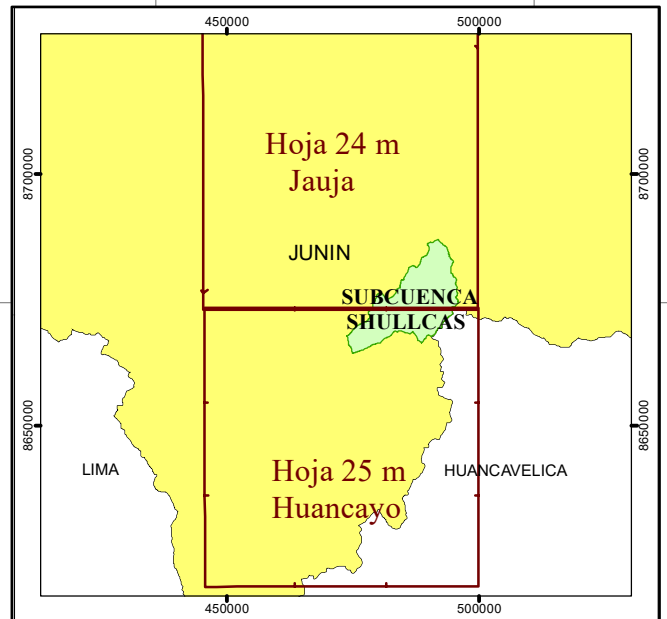
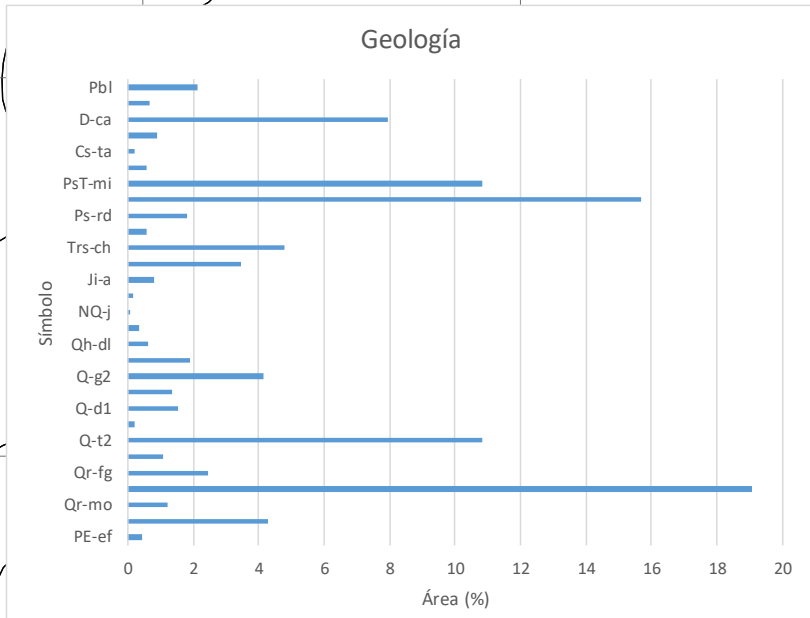
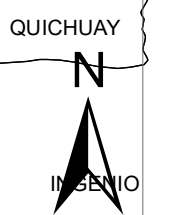
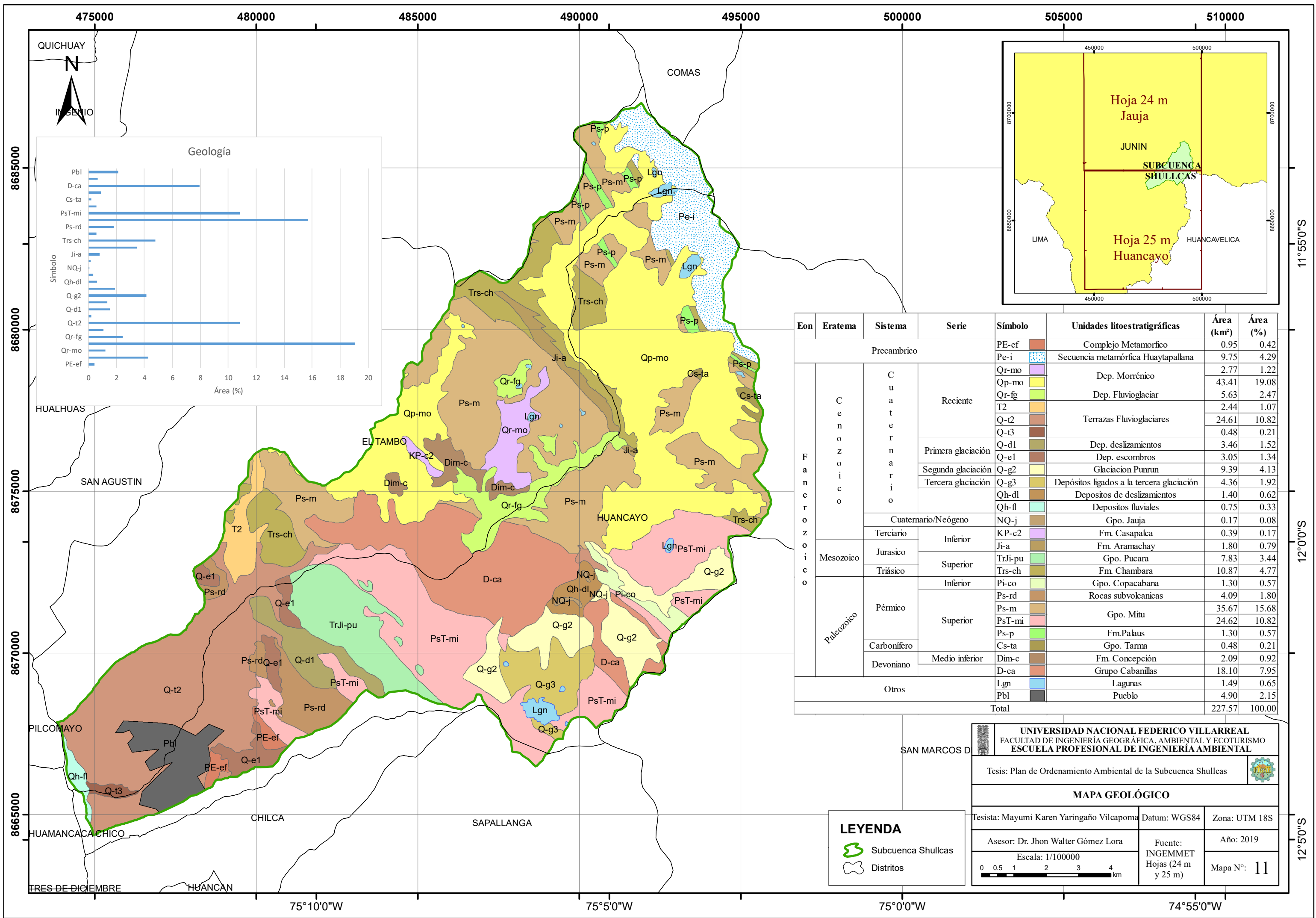


Figura 21. Unidades litoestratigráficas de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

El mapa geológico se presenta a continuación (Ver Mapa 11):



| Eon | Eratema | Sistema | Serie | Símbolo | Unidades litoestratigráficas | Área (km²) | Área (%) |
|-------------|-----------|-------------|--------------------|---------------------|---|---------------|----------|
| Precámbrico | | | | PE-ef | Complejo Metamórfico | 0.95 | 0.42 |
| | | | | Pe-i | Secuencia metamórfica Huaytapallana | 9.75 | 4.29 |
| Fanerozoico | Cenozoico | Cuaternario | Reciente | Qr-mo | Dep. Morrénico | 2.77 | 1.22 |
| | | | | Qp-mo | Dep. Morrénico | 43.41 | 19.08 |
| | | | | Qr-fg | Dep. Fluvioglaciario | 5.63 | 2.47 |
| | | | | T2 | Terrazas Fluvioglaciares | 2.44 | 1.07 |
| | | | | Q-t2 | Terrazas Fluvioglaciares | 24.61 | 10.82 |
| | | | | Q-t3 | Terrazas Fluvioglaciares | 0.48 | 0.21 |
| | | | Primera glaciación | Q-d1 | Dep. deslizamientos | 3.46 | 1.52 |
| | | | | Q-e1 | Dep. escombros | 3.05 | 1.34 |
| | | | | Q-g2 | Glaciación Punrun | 9.39 | 4.13 |
| | | | Segunda glaciación | Q-g2 | Glaciación Punrun | 9.39 | 4.13 |
| | | | | Q-g3 | Depósitos ligados a la tercera glaciación | 4.36 | 1.92 |
| | | | Tercera glaciación | Q-g3 | Depósitos ligados a la tercera glaciación | 4.36 | 1.92 |
| | | | | Qh-dl | Depositos de deslizamientos | 1.40 | 0.62 |
| | | | Qh-fl | Depositos fluviales | 0.75 | 0.33 | |
| | | | NQ-j | Gpo. Jauja | 0.17 | 0.08 | |
| | | | KP-c2 | Fm. Casapalca | 0.39 | 0.17 | |
| | | | Ji-a | Fm. Aramachay | 1.80 | 0.79 | |
| | | | TrJi-pu | Gpo. Pucara | 7.83 | 3.44 | |
| | | | Trs-ch | Fm. Chambara | 10.87 | 4.77 | |
| | | | Pi-co | Gpo. Copacabana | 1.30 | 0.57 | |
| | | | Ps-rd | Rocas subvolcanicas | 4.09 | 1.80 | |
| | | | Ps-m | Gpo. Mitu | 35.67 | 15.68 | |
| | | | PsT-mi | Gpo. Mitu | 24.62 | 10.82 | |
| | | | Ps-p | Fm. Palaus | 1.30 | 0.57 | |
| | | | Cs-ta | Gpo. Tarma | 0.48 | 0.21 | |
| | | | Dim-c | Fm. Concepción | 2.09 | 0.92 | |
| | | | D-ca | Grupo Cabanillas | 18.10 | 7.95 | |
| | | | Lgn | Lagunas | 1.49 | 0.65 | |
| | | | Pbl | Pueblo | 4.90 | 2.15 | |
| | | | | Total | 227.57 | 100.00 | |

LEYENDA

- Subcuenca Shullcas
- Distritos

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA GEOLÓGICO

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: INGEMMET Año: 2019

Escala: 1/100000 Hojas (24 m y 25 m) Mapa N°: 11

4.1.2.6.Suelos

De acuerdo al mapa de suelos del SIAR (Sistema Regional de Información Ambiental) del año 2015, en la Subcuenca Shullcas, se han encontrado las formas que se describen a continuación (Ver Tabla 25):

Tabla 25. Descripción de los tipos de suelo de la Subcuenca Shullcas

| Taxonomía / Unidades del Suelo | Descripción |
|--|---|
| Typic Ustifluvents-Typic Ustorthents (Sy-Ab) - Sicaya-Acobamba | Presenta de 0 a 4% de pendiente, moderadamente profundos a profundos, de textura franco arenoso, de permeabilidad moderada |
| Lithic Ustorthents-AM(aflt) (Rn-AMaflt) - Runatullo-AM(aflt) | Presenta suelos de 25 a 75% de pendiente o más, superficial con presencia de rocas, de textura franco arenoso, de permeabilidad moderada. |
| Typic Ustorthents (Ab) - Acobamba | Presenta pendientes de 4 a 8%, profundos, Franco arcillo arenoso, de permeabilidad moderadamente lenta |
| Typic Ustorthents-Lithic Ustorthents (Ab-Rn) - Acobamba-Runatullo | Presenta suelos de 8 a 50% de pendiente, profundos a superficiales, de textura franco arcillo arenoso, de permeabilidad moderadamente lenta. |
| Typic Cryorthents-Lithic Cryorthents (SR-Hp) - Santa Rosa-Huaytapallana | Presenta suelos de 8 a 75% de pendiente o más, moderadamente profundo a superficial, de textura franco arenoso a arenoso, de permeabilidad moderada |
| Typic Cryofluvents-Typic Humicryepts (Ri-Hy) - Ricran-Huayhuay | Presenta suelos de 0 a 8% de pendiente, profundos, de textura franco limoso, de permeabilidad moderada |
| Typic Ustorthents-Fluentic Haplustepts (Ab-Am) - Acobamba-Andamarca | Presenta suelos de 0 a 15% de pendiente, profundos, de textura franco, de permeabilidad moderada |
| Typic Ustorthents-Lithic Calcustepts (Ab-Cll) - Acobamba-Canchayllo | Presenta suelos de 0 a 50% de pendiente, profundos a superficiales, de textura franco arenoso, de permeabilidad moderada |
| Fluentic Haplustepts-Typic Ustorthents (Am-Ab) - Andamarca-Acobamba | Presenta suelos de 0 a 8% de pendiente, profundos, de textura franco, de permeabilidad moderada |
| Typic Cryorthents-Typic Humicryepts (SR-Hy) - Santa Rosa-Huayhuay | Presenta suelos de 4 a 8% de pendiente, moderadamente profundos a profundos, de textura franco arenoso a limoso, de permeabilidad moderada |
| Lithic Calcicryolls (Pm) - Pomacancha | Presenta pendientes de 15 a 25%, superficial, textura franco arenoso, de permeabilidad moderada |

| | |
|--|--|
| Typic Cryohemists - Hydric Cryohemists (PLacw) - Bofedales | Presenta pendientes de 0 a 4%, profundos, limosos, saturados |
|--|--|

Fuente: Adaptado de (Comisión Técnica Regional Junín, 2015)

El tipo de suelo que más predomina es el “Typic Cryorthents-Lithic Cryorthents” (SR-Hp), el cual ocupa el 60.08% del área total, seguido del “Typic Cryorthents-Typic Humicryepts” (SR-Hy) con un 7.21% y por último el “Typic Ustorthents-Lithic Calciustepts” (Ab-Cll), el cual solo ocupa el 6.40% del área de estudio (Ver Tabla 26 y Figura 22).

Tabla 26. Tipos de suelo de la Subcuenca Shullcas

| Símbolo | Orden | Sub Orden | Taxonomía de Suelo | Unidades de suelos | Área (km ²) | Área (%) |
|--------------|------------------------|--|--|------------------------------------|-------------------------|---------------|
| Sy-Ab | Entisols | Fluvents / Orthents | Typic Ustifluvents-Typic Ustorthents | Sicaya-Acobamba | 1.35 | 0.59 |
| Rn-AMaflt | | Orthents | Lithic Ustorthents-AM(aflt) | Runatullo-AM(aflt) | 3.18 | 1.40 |
| Ab | | | Typic Ustorthents | Acobamba | 1.97 | 0.86 |
| Ab-Rn | | | Typic Ustorthents-Lithic Ustorthents | Acobamba-Runatullo | 5.36 | 2.35 |
| SR-Hp | | | Typic Cryorthents-Lithic Cryorthents | Santa Rosa-Huaytapallana | 136.73 | 60.08 |
| Ri-Hy | Entisols / Inceptisols | Fluvents / Cryepts | Typic Cryofluvents-Typic Humicryepts | Ricran-Huayhuay | 0.77 | 0.34 |
| Ab-Am | | Orthents / Ustepts | Typic Ustorthents-Fluentic Haplustepts | Acobamba-Andamarca | 4.60 | 2.02 |
| Ab-Cll | | | Typic Ustorthents-Lithic Calciustepts | Acobamba-Canchayllo | 14.57 | 6.40 |
| Am-Ab | | Fluentic Haplustepts-Typic Ustorthents | Andamarca-Acobamba | 9.50 | 4.18 | |
| SR-Hy | | Orthents / Cryepts | Typic Cryorthents-Typic Humicryepts | Santa Rosa-Huayhuay | 16.42 | 7.21 |
| Pm | Mollisols | Cryolls | Lithic Calcicryolls | Pomacancha | 1.23 | 0.54 |
| PLacw | Histosols | Hemists | Typic Cryohemists - Hydric Cryohemists | Bofedales | 3.82 | 1.68 |
| Cp-AM(aflt) | Andisols | Cryands | Lithic Haplocryands-AM | Carhuapata-Areas Micelaneas (AflT) | 4.29 | 1.88 |
| AU | N.A. | | Area Urbana | Area Urbana | 17.45 | 7.67 |
| Lag | | | Lagunas | Lagunas | 1.51 | 0.66 |
| Pglac | | | Áreas Misceláneas Glaciares | Áreas Misceláneas Glaciares | 4.62 | 2.03 |
| Ríos | | | Ríos | Ríos | 0.20 | 0.09 |
| Total | | | | | 227.57 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia

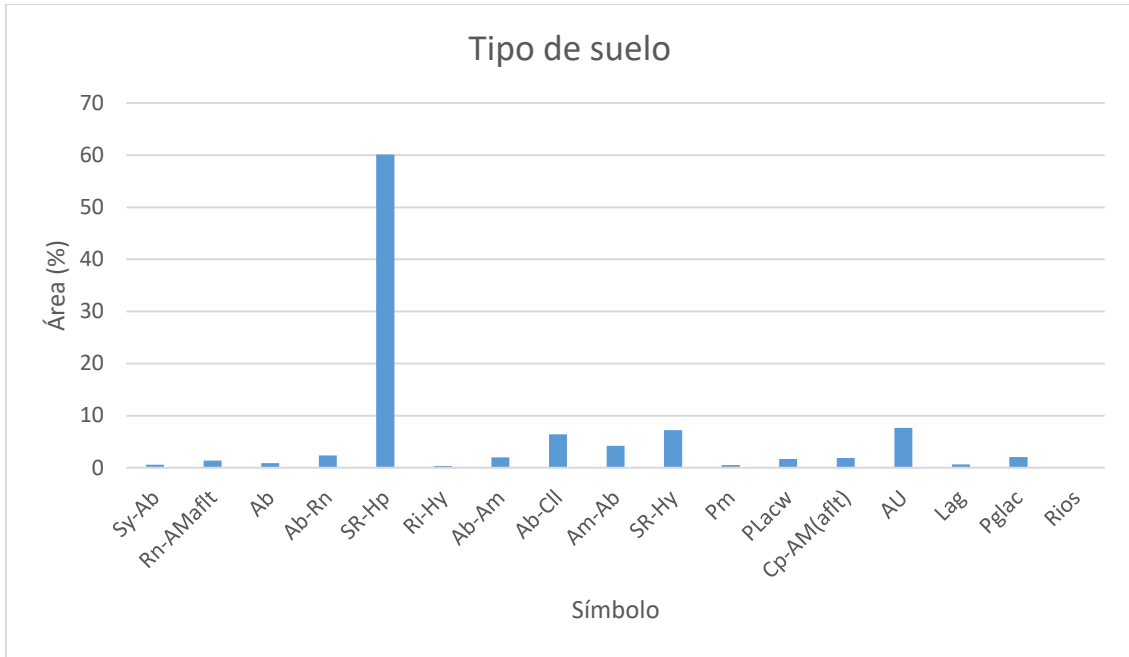
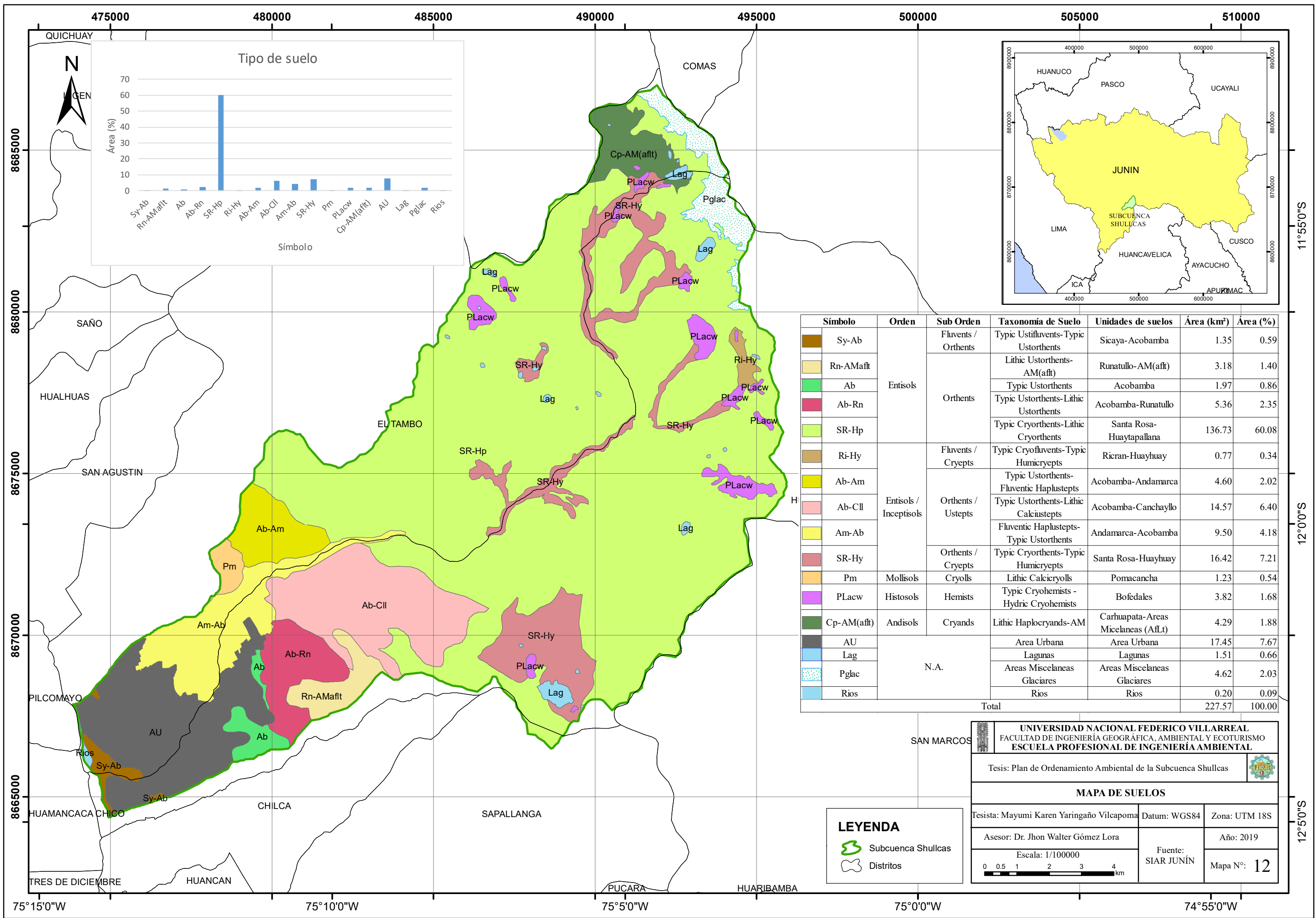


Figura 22. Tipos de suelo de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

El mapa de suelos se presenta a continuación (Ver Mapa 12):



| Símbolo | Orden | Sub Orden | Taxonomía de Suelo | Unidades de suelos | Área (km ²) | Área (%) |
|-------------|------------------------|-----------------------------|--|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Sy-Ab | Entisols | Fluents / Orthents | Typic Ustifluents-Typic Ustorthents | Sicaya-Acobamba | 1.35 | 0.59 |
| Rn-AMaflt | | | Lithic Ustorthents-AM(aflt) | Runatullo-AM(aflt) | 3.18 | 1.40 |
| Ab | | Orthents | Typic Ustorthents | Acobamba | 1.97 | 0.86 |
| Ab-Rn | | | Typic Ustorthents-Lithic Ustorthents | Acobamba-Runatullo | 5.36 | 2.35 |
| SR-Hp | | | Typic Cryorthents-Lithic Cryorthents | Santa Rosa-Huaytapallana | 136.73 | 60.08 |
| Ri-Hy | Entisols / Inceptisols | Fluents / Cryepts | Typic Cryofluents-Typic Humicryepts | Ricran-Huayhuay | 0.77 | 0.34 |
| Ab-Am | | | Typic Ustorthents-Fluentic Haplustepts | Acobamba-Andamarca | 4.60 | 2.02 |
| Ab-Cil | | Orthents / Ustepts | Typic Ustorthents-Lithic Calcustepts | Acobamba-Canchaylo | 14.57 | 6.40 |
| Am-Ab | | | Fluentic Haplustepts-Typic Ustorthents | Andamarca-Acobamba | 9.50 | 4.18 |
| SR-Hy | Mollisols | Orthents / Cryepts | Typic Cryorthents-Typic Humicryepts | Santa Rosa-Huayhuay | 16.42 | 7.21 |
| Pm | | | Lithic Calcicryolls | Pomacancha | 1.23 | 0.54 |
| PLacw | Histosols | Hemists | Typic Cryohemists - Hydric Cryohemists | Bofedales | 3.82 | 1.68 |
| Cp-AM(aflt) | | | Andisols | Cryands | Lithic Haplocryands-AM | Carhuapata-Areas Micelaneas (AfLi) |
| AU | N.A. | Area Urbana | | | Area Urbana | 17.45 |
| Lag | | Lagunas | Lagunas | 1.51 | 0.66 | |
| Pglac | | Areas Miscelaneas Glaciares | Areas Miscelaneas Glaciares | 4.62 | 2.03 | |
| Rios | | Rios | Rios | 0.20 | 0.09 | |
| Total | | | | | | 227.57 |

LEYENDA

- Subcuenca Shullcas
- Distritos

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE SUELOS

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma | Datum: WGS84 | Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora | Año: 2019

Escala: 1/100000 | Fuente: SIAR JUNÍN | Mapa N°: 12

4.1.2.7. Geodinámica externa

La geodinámica externa estudia la acción de los agentes atmosféricos externos: viento, aguas continentales, mares, océanos, hielos, glaciares y gravedad, sobre la capa superficial de la Tierra originando una lenta destrucción y modelación del paisaje rocoso y del relieve (Guevara, s.f.).

De acuerdo al mapa de geodinámica externa del GEOCATMIN del INGEMMET, en la Subcuenca Shullcas se presentan los siguientes peligros geológicos (Ver Tabla 27):

Tabla 27. Peligros geológicos en la Subcuenca Shullcas

| Peligros geológicos | | Tipo de peligro |
|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Ad | Alud | Caída |
| D | Derrumbe | |
| Ad-Av | Alud - Aluvión | Mov. Complejo |
| EC | Erosión en Cárcavas | |
| Av | Aluvión | Flujo |
| FD | Flujo de Detrito | |
| D-EF | Derrumbes y erosión fluvial | Peligros geológicos múltiples |
| H-EF | Huayco y/o erosión fluvial | |
| DT | Deslizamiento Traslacional | Deslizamiento |
| RS | Reptación de Suelo | Reptación |

Fuente: Elaboración propia

Según el mapa de susceptibilidad a inundaciones del GEOCATMIN del INGEMMET, en la Subcuenca Shullcas se presentan 4 grados de susceptibilidad que van desde bajo (1), medio (2), alto (3) y muy alto (4). Los grados de susceptibilidad que predominan en la subcuenca de estudio son el Bajo que ocupa el 74.14%, seguido del Alto que ocupa el 13.70% y por último el Medio que ocupa el 11.23% del total (Ver Tabla 28 y Figura 23).

Tabla 28. Grados de susceptibilidad a inundaciones en la Subcuenca Shullcas

| Susceptibilidad a inundaciones | | Área (km ²) | Área (%) |
|--------------------------------|-------|-------------------------|----------|
| Grado | Valor | | |
| Bajo | 1 | 168.72 | 74.14 |
| Medio | 2 | 25.56 | 11.23 |
| Alto | 3 | 31.19 | 13.70 |
| Muy alto | 4 | 2.10 | 0.92 |
| Total | | 227.57 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia

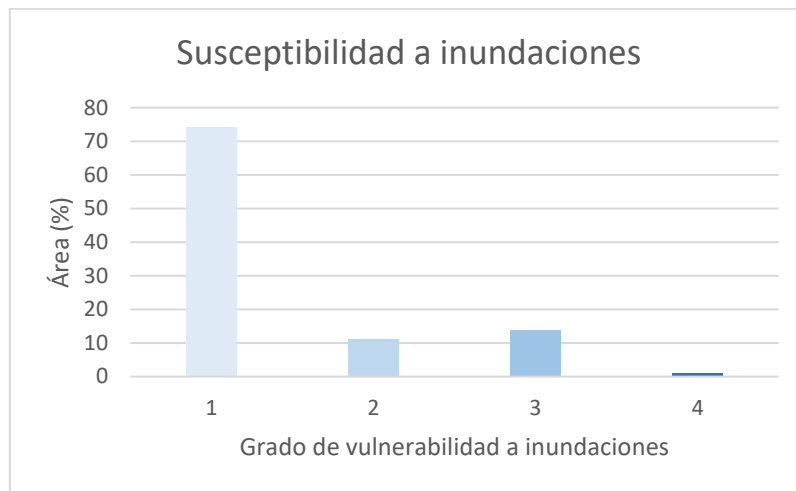


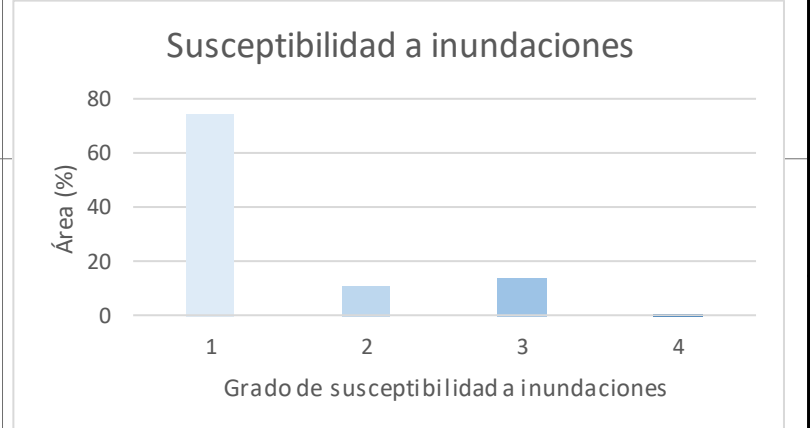
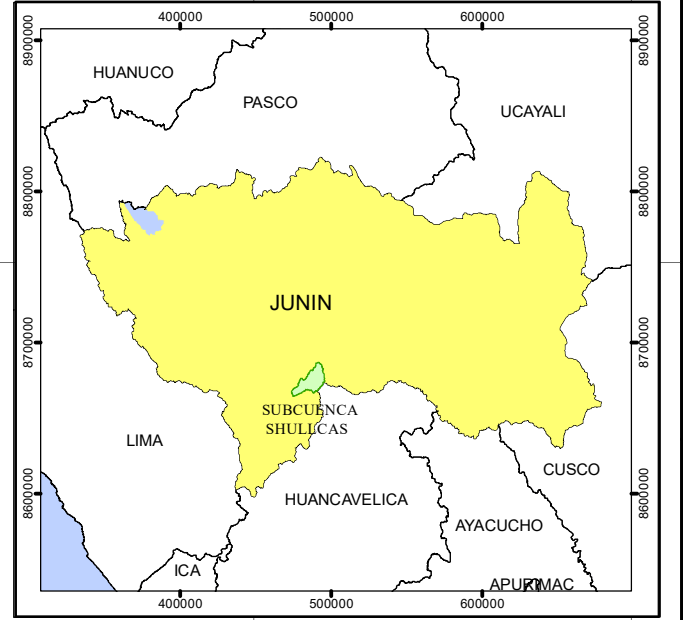
Figura 23. Grados de susceptibilidad a inundaciones en la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

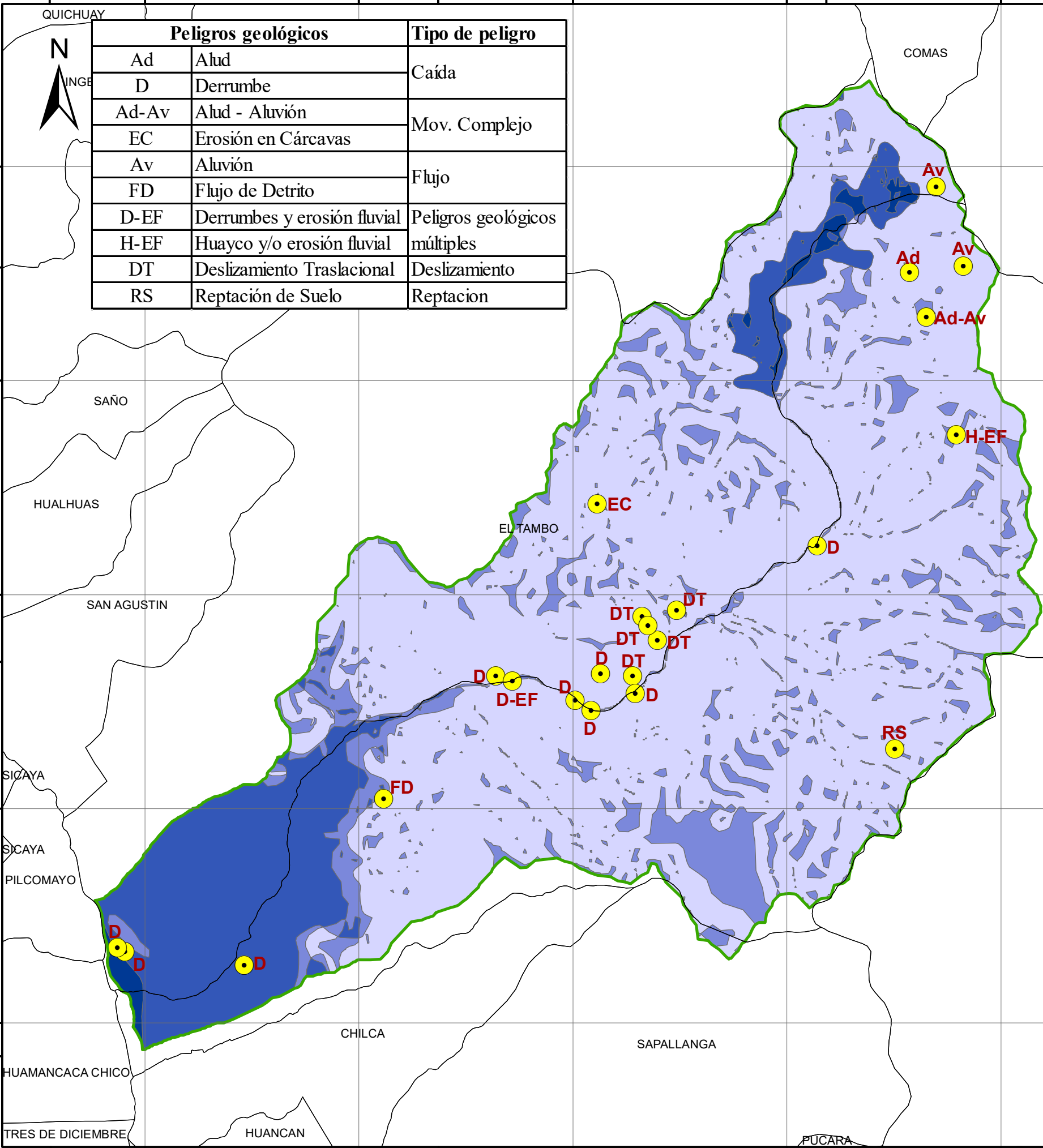
El mapa de geodinámica externa se presenta a continuación (Ver Mapa 13):

475000 480000 485000 490000 495000 500000 505000 510000

| Peligros geológicos | | Tipo de peligro |
|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Ad | Alud | Caída |
| D | Derrumbe | Caída |
| Ad-Av | Alud - Aluvión | Mov. Complejo |
| EC | Erosión en Cárcavas | Mov. Complejo |
| Av | Aluvión | Flujo |
| FD | Flujo de Detrito | Flujo |
| D-EF | Derrumbes y erosión fluvial | Peligros geológicos múltiples |
| H-EF | Huayco y/o erosión fluvial | |
| DT | Deslizamiento Traslacional | Deslizamiento |
| RS | Reptación de Suelo | Reptacion |



| Susceptibilidad a inundaciones | Grado | Valor | Área (km ²) | Área (%) |
|--------------------------------|-------|--------|-------------------------|----------|
| Bajo | 1 | 168.72 | 74.14 | |
| Medio | 2 | 25.56 | 11.23 | |
| Alto | 3 | 31.19 | 13.70 | |
| Muy alto | 4 | 2.10 | 0.92 | |
| Total | | | 227.57 | 100.00 |



LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas
- Peligros geológicos

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE GEODINÁMICA EXTERNA

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma | Datum: WGS84 | Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora | Fuente: GEOCATMIN INGEMMET | Año: 2019

Escala: 1/100000 | Mapa N°: 13

8685000
8680000
8675000
8670000
8665000

11°55'0"S
12°0'0"S
12°5'0"S

75°15'0"W 75°10'0"W 75°5'0"W 75°0'0"W 74°55'0"W

4.1.2.8. Zonas de vida

Según la zonificación ecológica realizada por el Dr. L. Holdridge en el año 1971 y adaptada por el MINAGRI en el año 2001, se encontraron 5 zonas de vida, las cuales se describen a continuación (Ver Tabla 29):

Tabla 29. Descripción de las zonas de vida de la Subcuenca Shullcas

| Zona de vida | Clima | Uso actual y potencial de la tierra |
|---|---|---|
| bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT) | Altitud: 3100 a 4000 m.s.n.m. Temperatura: 7.3 a 13.1 °C. Precipitación: 498 a 1154 mm/año. | En estas zonas existe una agricultura de secano donde se cultivan plantas autóctonas (papa, oca, olluco, mashua, tarwi, cañihua, quinua, cebada y alverja). Es favorable para bosques naturales o artificiales, pero no es posible debido a la población presente. Por ello es aconsejable, la reforestación con eucaliptos y pinos, los cuales son árboles exóticos. |
| bosque seco Montano bajo Tropical (bs-MbT) | Altitud: 3100 y 3200 m.s.n.m. Temperatura: 10.9 a 16.5 °C. Precipitación: 449.3 a 972.9 mm/año. | En estas zonas se desarrolla una agricultura de secano muy limitada mediante riego. Se produce cultivos (maíz, papa, haba, arveja, trigo, lechuga, zanahoria, alcachofa) y frutales (lúcuma y tuna). Se podría adaptarse en los lugares más abrigados frutas como el manzano, ciruelo y melocotón. Asimismo, suministrarles riego permanente a los eucaliptos que conforman los cercos de las parcelas. |
| Nival Tropical (NT) | Altitud: 4750 a más m.s.n.m. Temperatura: 1.5 a menos °C. Precipitación: 500 a 1000 mm/año | Estas zonas constituyen un potencial hídrico, el cual es aprovechado por la subcuenca de estudio. |
| Paramo húmedo Subalpino Tropical (pmh-SaT) | Altitud: 3900 a 4300 m.s.n.m. Temperatura: 3 a 6 °C. Precipitación: 600 a 800 mm/año | En estas zonas predomina el pastoreo extensivo de ganado ovino y bovino, en las partes más bajas, es muy escasa la actividad agrícola, aun así, en las partes más altas se producen tubérculos. |
| Tundra pluvial Alpino tropical (Tp-AT) | Altitud: 4300 a 4500 m.s.n.m. Temperatura: 1.5 a 3 °C. Precipitación: 500 a 1000 mm/año | Estas zonas son utilizadas para el pastoreo en continuo movimiento, a su vez, la actividad agrícola también es escasa. |

Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA], 1995)

Las zonas de vida que predominan en la subcuenca de estudio son el “paramo muy húmedo Subalpino Tropical” (pmh-SaT) que ocupa un 41.27% del área total, seguido de “bosque húmedo Montano Tropical” (bh-MT) que ocupa el 37.77% y por último el “bosque seco Montano bajo Tropical” (bs-MbT) con un 9.85% del total (Ver Tabla 30 y Figura 24).

Tabla 30. Zonas de vida de la Subcuenca Shullcas

| Símbolo | Descripción | Área (km ²) | Área (%) |
|---------|--------------------------------------|-------------------------|----------|
| bh-MT | bosque húmedo Montano Tropical | 85.95 | 37.77 |
| bs-MbT | bosque seco Montano bajo Tropical | 22.42 | 9.85 |
| NT | Nival Tropical | 14.94 | 6.56 |
| pmh-SaT | páramo muy húmedo Subalpino Tropical | 93.92 | 41.27 |
| tp-AT | tundra pluvial Alpino Tropical | 10.33 | 4.54 |
| Total | | 227.57 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia

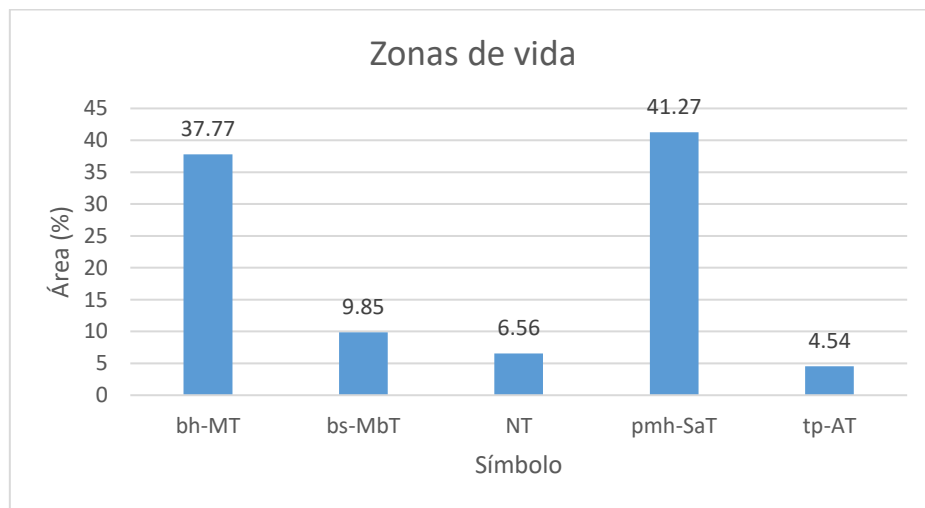
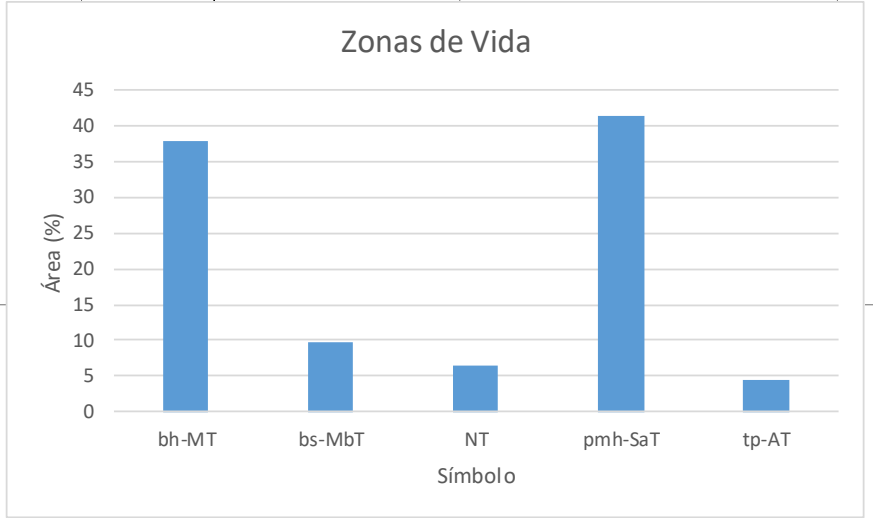
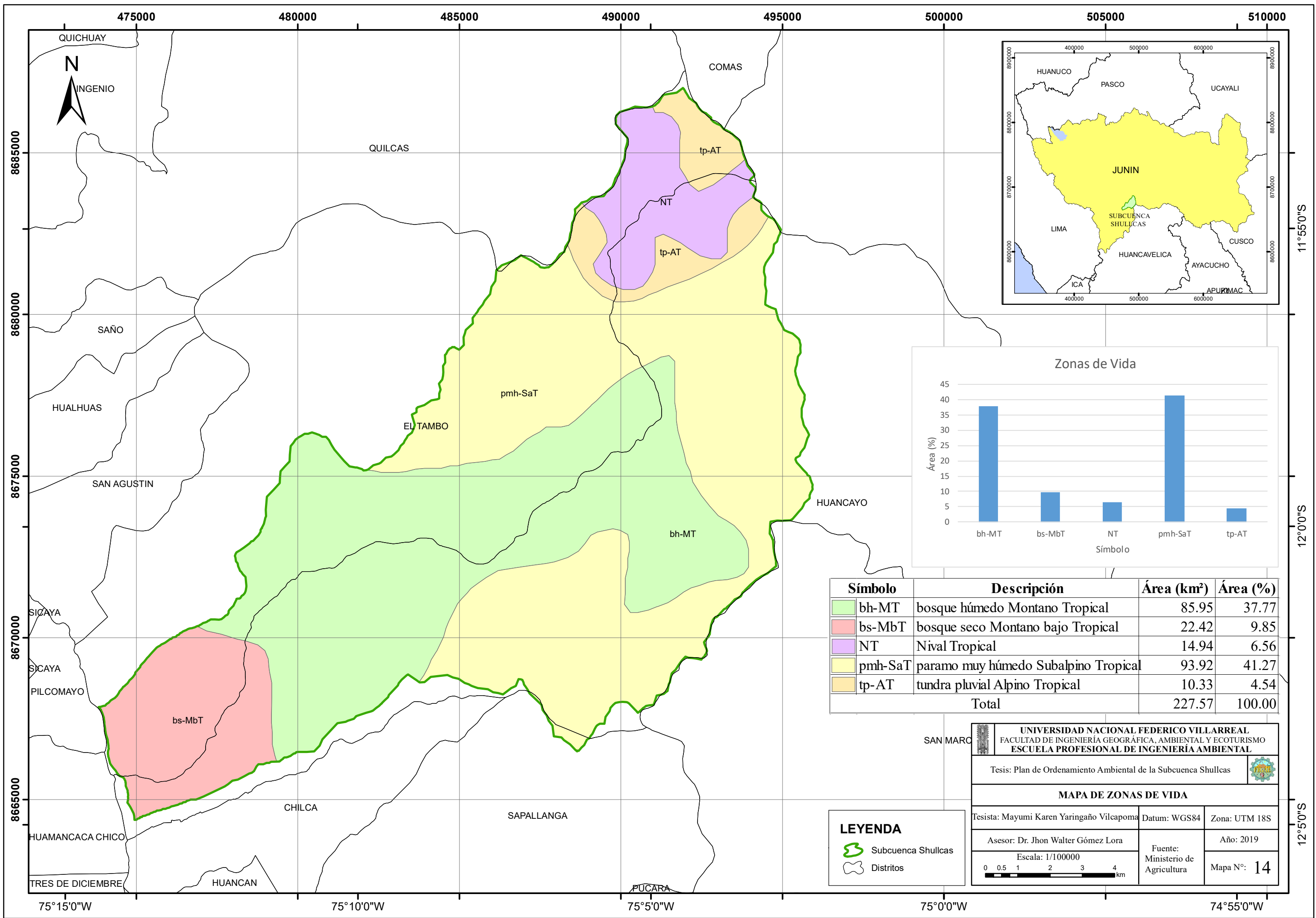


Figura 24. Zonas de vida de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

El mapa de zonas de vida se presenta a continuación (Ver Mapa 14):



| Símbolo | Descripción | Área (km ²) | Área (%) |
|---------|--------------------------------------|-------------------------|----------|
| bh-MT | bosque húmedo Montano Tropical | 85.95 | 37.77 |
| bs-MbT | bosque seco Montano bajo Tropical | 22.42 | 9.85 |
| NT | Nival Tropical | 14.94 | 6.56 |
| pmh-SaT | paramo muy húmedo Subalpino Tropical | 93.92 | 41.27 |
| tp-AT | tundra pluvial Alpino Tropical | 10.33 | 4.54 |
| Total | | 227.57 | 100.00 |

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

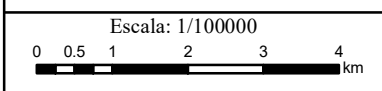
Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE ZONAS DE VIDA

| | | |
|---|-----------------------------------|---------------|
| Tesis: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma | Datum: WGS84 | Zona: UTM 18S |
| Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora | Fuente: Ministerio de Agricultura | Año: 2019 |
| Escala: 1/100000 | | Mapa N°: 14 |

LEYENDA

- S Subcuenca Shullcas
- Distritos



4.1.2.9. Cobertura vegetal y uso actual

De acuerdo al mapa de cobertura vegetal del MINAM del año 2015 y al SIAR (Sistema Regional de Información Ambiental) de Junín, se han encontrado 10 tipos de cobertura vegetal que se subdividen en 16 usos actuales presentes en la subcuenca de estudio. Los tipos de cobertura vegetal se describen a continuación (Ver Tabla 31):

Tabla 31. Descripción de los tipos de cobertura vegetal y uso actual de la Subcuenca Shullcas

| Cobertura vegetal | Descripción |
|--------------------------------------|--|
| Agricultura andina (Agri) | Se realiza la actividad agropecuaria activas y en descanso, bajo riego y en secano, tanto anuales como permanentes. Se incluye la vegetación natural a lo largo de los ríos, entre ellos el sauce y el molle. |
| Bofedal (Bo) | Se encuentran a partir de los 3800 m.s.n.m. y en superficies casi planas. Se alimentan del deshielo de glaciares, afloramiento de agua subterránea y precipitación pluvial, permaneciendo siempre inundados. El escaso drenaje y oxígeno causa la acumulación de un grueso colchón orgánico que mantiene la humedad. La vegetación herbácea hidrófila es verde, compacta y almohadillada, aumentado durante los periodos húmedos. Su importancia ecológica radica en que almacenan y filtran el agua, además son fuente de forraje para la actividad pecuaria. Este ecosistema frágil se ve afectado por actividades antrópicas como el sobrepastoreo, obras de drenaje para actividades productivas, construcción de reservorios y presas de agua, extracción para leña, y otros. |
| Área altoandina sin vegetación (Esv) | Son áreas con suelos desnudos y afloramientos rocosos. Son terrenos sin uso y/o improductivos para la actividad agropecuaria. |
| Glaciar (Gla) | Lo conforma el Nevado Huaytapallana. Son terrenos sin uso y/o improductivos para la actividad agropecuaria, pero constituye el principal abastecimiento de agua de la subcuenca |
| Lagunas, lagos y cochas (L/Co) | Entre las lagunas principales se encuentran las Lagunas Chuspicocha y Lasuntay. Son terrenos sin uso y/o improductivos para la actividad agropecuaria. |
| Matorral arbustivo (Ma) | Se ubica desde los 3800 m.s.n.m. Se distinguen 3 subtipos de matorral: -El matorral semiárido (de piso inferior), se ubica a partir de 1500 m.s.n.m., donde se registraron 23 especies arbustivas, 2 especies suculentas y 5 especies arbóreas, y un tapiz ralo de gramíneas. -El matorral subhúmedo (de piso medio y alto), se ubica entre los 3000 a 3600 m.s.n.m., donde se registraron 24 especies arbustivas, entre caducifolias y perennifolias, y 2 especies suculentas. Estas especies |

| Cobertura vegetal | Descripción |
|--------------------------|---|
| | <p>conforman gran variedad florística, arboles de porte bajo, arbustos de porte arbóreo y un tapiz ralo de gramíneas, el cual suele ser pastoreado.</p> <p>-El matorral húmedo (de nivel superior), se ubica entre los 3600-3800 m.s.n.m., se compone de un follaje siempre verde donde se registraron 18 especies arbustivas.</p> <p>Este tipo de cobertura es un recurso importante para leña y plantas medicinales. Asimismo, se ubica en tierras con aptitud forestal tanto para fines comerciales como para la conservación de cuencas y en tierras de protección.</p> |
| Plantación Forestal (PF) | <p>Son las áreas reforestadas ubicadas en tierras con aptitud forestal, desde los 3000 a 3800 m.s.n.m. Aquí se han establecido árboles que conforman una masa boscosa con rodales de eucaliptos para cumplir objetivos específicos como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, protección de laderas y espejos de agua, detener la erosión del suelo y regular el agua de escorrentía, desarrollándose muy bien en climas húmedos, mayor a 500 mm/año.</p> |
| Pajonal andino (Pj) | <p>Está conformado por herbazales ubicados entre 3800 y 4800 m s. n. m. Se compone de 3 subunidades fisonómicamente diferentes:</p> <p>-Pajonal, que son hierbas en forma de manojos de hasta 80 cm de alto),</p> <p>-Césped, que son hierbas de porte bajo hasta de 15 cm de alto, donde predominan las gramíneas, gramíoides, especies almohadilladas, arbustivas, malváceas, geraniáceas y rosáceas.</p> <p>-Tolar, que son arbustos de hasta 1,20 m de alto, donde predominan los arbustos sobre las hierbas, a su vez, en las zonas arriba de los 4500 m.s.n.m. existen especies rastreras o almohadilladas debido a las condiciones extremas del clima, además de suelos desnudos y afloramiento rocosos.</p> <p>Este tipo de cobertura es fuente de forraje para la actividad ganadera, pero muchas áreas están degradadas por el sobrepastoreo, la quema y la ampliación de la frontera agrícola.</p> |
| Ríos (R) | <p>Lo conforma principalmente el Río Mantaro. Son terrenos sin uso y/o improductivos para la actividad agropecuaria.</p> |
| Área Urbana (U) | <p>Lo conforman los centros poblados de las ciudades de Huancayo y El Tambo. Son terrenos sin uso y/o improductivos para la actividad agropecuaria.</p> |

Fuente: (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2015)

De los cuales los que más predominan son el “Pajonal andino” (Pj) con un 66.50% del área total, además la “Agricultura andina” (Agri) ocupa el 12.36%, seguido de el “Área altoandina sin vegetación” (Esv) con un 5.21% (Ver Tabla 32 y Figura 25).

A su vez, cada uno de estos tipos de cobertura tiene un uso actual.

El “Pajonal andino” se encuentra conformado por bosques y praderas a partir de vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo, pastizales nativos con arbustos con uso pecuario extensivo y pastizales nativos de uso pecuario extensivo.

La “Agricultura andina” se encuentra conformada por áreas de cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc), con riego, en secano o con bordes forestales con riego.

Tabla 32. Tipos de cobertura vegetal y uso actual de la Subcuenca Shullcas

| Símbolo | Cobertura Vegetal | Vegetación | Uso Actual | | Área (km ²) | Área (%) | |
|---------|--------------------------------|--|---|--|-------------------------|----------|-------|
| Agri | Agricultura andina | Cultivos | Cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc) | Bordes forestales con riego | 4.81 | 2.12 | 12.36 |
| | | | | Con riego | 4.95 | 2.18 | |
| | | | | En secano | 18.36 | 8.07 | |
| Bo | Bofedal | Bofedales | Praderas naturales | Pastizales nativos hidromorfos (Bofedales) | 3.82 | 1.68 | 1.68 |
| Esv | Área altoandina sin vegetación | Suelos Desnudos | Terrenos sin uso y/o improductivos | Afloramiento rocoso | 11.85 | 5.21 | 5.21 |
| Gla | Glaciar | Nevados | | Nevados | 4.62 | 2.03 | 2.03 |
| L/Co | Lagunas, lagos y cochas | Lagunas | | Lagunas | 1.51 | 0.67 | 0.67 |
| Ma | Matorral arbustivo | Matorral Montano Sub Húmedo de Montañas y Colinas | Bosques | Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo | 1.10 | 0.48 | 2.15 |
| | | | | Pastizales nativos con arbustos con uso pecuario extensivo | 1.13 | 0.50 | |
| | | | | Pastizales nativos de uso pecuario extensivo | 2.66 | 1.17 | |
| PF | Plantación Forestal | Plantación Forestal | Huertos de frutales y cultivos perennes | Plantaciones forestales | 3.75 | 1.65 | 1.65 |
| Pj | Pajonal andino | Herbazal Erguido y Matorral Andino Húmedo de Colinas, Montañas y Planicies | Bosques | Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo | 3.84 | 1.69 | 66.50 |
| | | | | Pastizales nativos con arbustos con uso pecuario extensivo | 19.63 | 8.63 | |
| | | | | Pastizales nativos de uso pecuario extensivo | 127.86 | 56.19 | |
| R | Ríos | Ríos | Terrenos sin uso y/o improductivos | Ríos | 0.20 | 0.09 | 0.09 |
| U | Área Urbana | Centros Poblados | Área Urbana | Centros Poblados | 17.45 | 7.67 | 7.67 |
| Total | | | | | 227.57 | 100.00 | |

Fuente: Elaboración propia

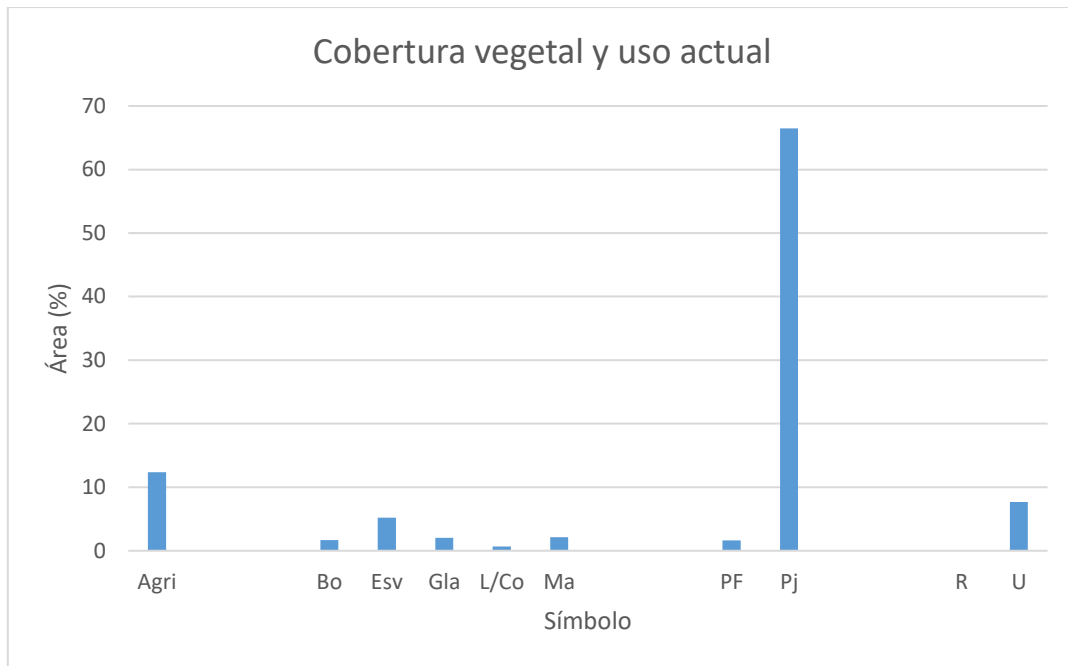
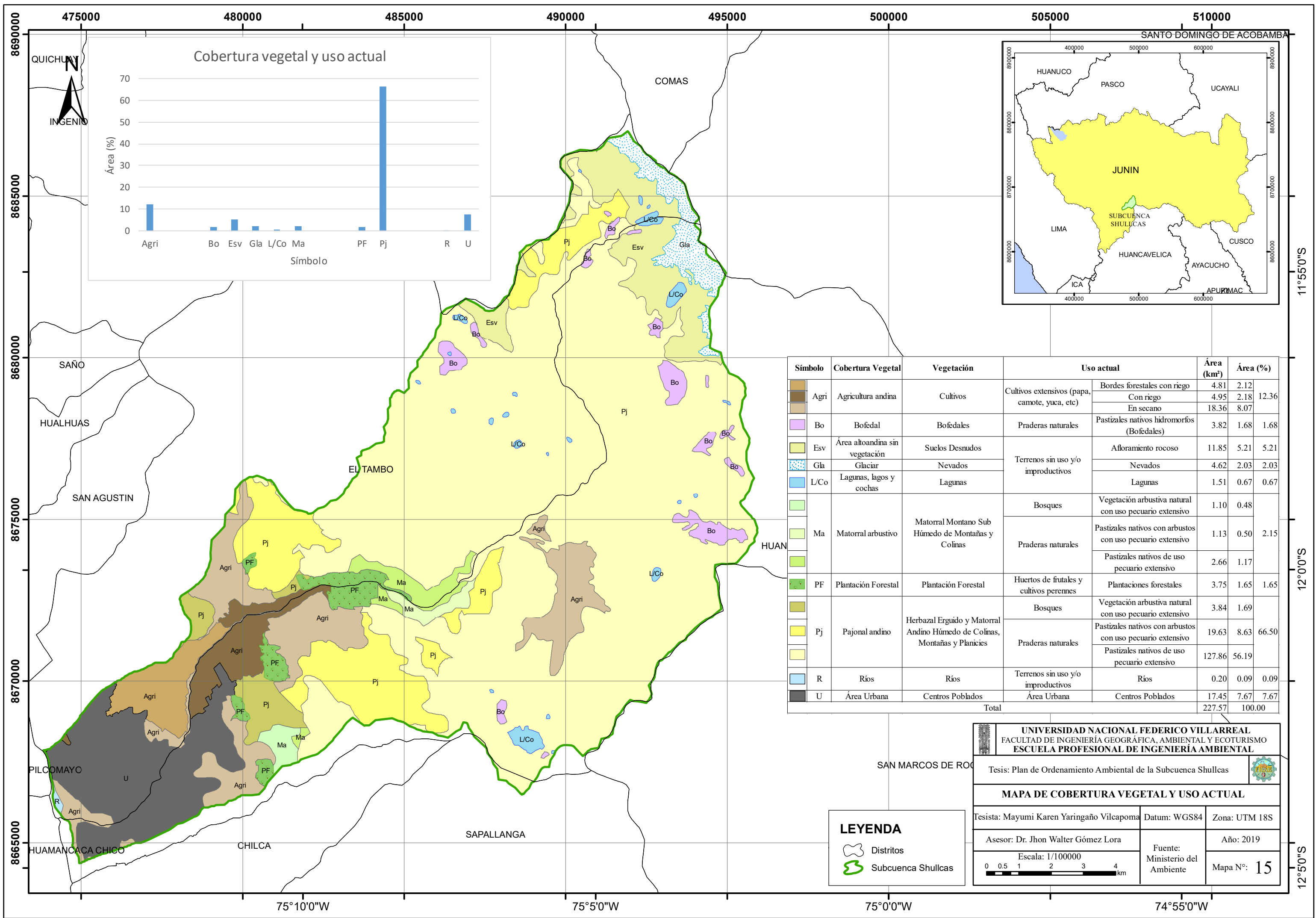


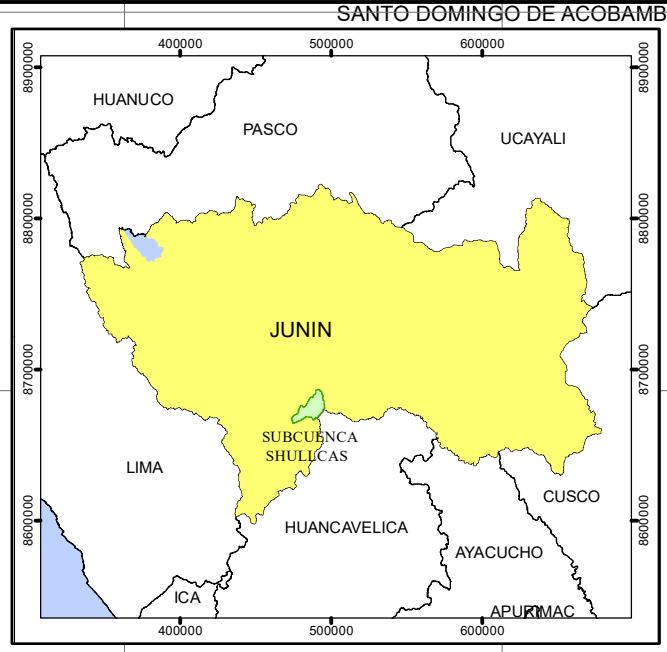
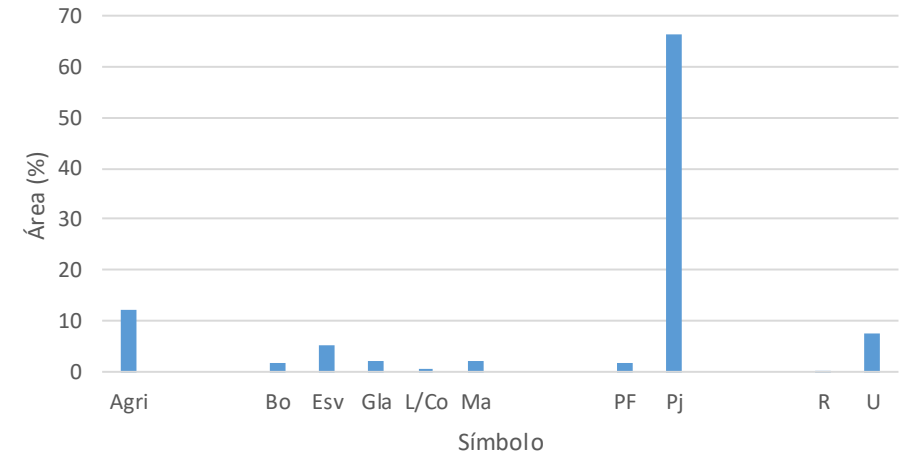
Figura 25. Tipos de cobertura vegetal y uso actual de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

El mapa de cobertura y uso actual se presenta a continuación (Ver Mapa 15):



Cobertura vegetal y uso actual



| Símbolo | Cobertura Vegetal | Vegetación | Uso actual | | Área (km²) | Área (%) | |
|---------|--------------------------------|--|---|---|--|----------|-------|
| | | | Terrenos sin uso y/o improductivos | Centros Poblados | | | |
| Agri | Agricultura andina | Cultivos | Cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc) | Bordes forestales con riego | 4.81 | 2.12 | |
| | | | | Con riego | 4.95 | 2.18 | |
| | | | | En seco | 18.36 | 8.07 | |
| Bo | Bofedal | Bofedales | Praderas naturales | Pastizales nativos hidromorfos (Bofedales) | 3.82 | 1.68 | |
| Esv | Área altoandina sin vegetación | Suelos Desnudos | Terrenos sin uso y/o improductivos | Afloramiento rocoso | 11.85 | 5.21 | |
| Gla | Glaciar | Nevados | | Nevados | 4.62 | 2.03 | |
| L/Co | Lagunas, lagos y cochas | Lagunas | | Lagunas | 1.51 | 0.67 | |
| Ma | Matorral arbustivo | Matorral Montano Sub Húmedo de Montañas y Colinas | Bosques | Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo | 1.10 | 0.48 | |
| | | | | Praderas naturales | Pastizales nativos con arbustos con uso pecuario extensivo | 1.13 | 0.50 |
| | | | | | Pastizales nativos de uso pecuario extensivo | 2.66 | 1.17 |
| PF | Plantación Forestal | Plantación Forestal | Huertos de frutales y cultivos perennes | Plantaciones forestales | 3.75 | 1.65 | |
| Pj | Pajonal andino | Herbazal Erguido y Matorral Andino Húmedo de Colinas, Montañas y Planicies | Bosques | Vegetación arbustiva natural con uso pecuario extensivo | 3.84 | 1.69 | |
| | | | | Praderas naturales | Pastizales nativos con arbustos con uso pecuario extensivo | 19.63 | 8.63 |
| | | | | | Pastizales nativos de uso pecuario extensivo | 127.86 | 56.19 |
| R | Ríos | Ríos | Terrenos sin uso y/o improductivos | Ríos | 0.20 | 0.09 | |
| U | Área Urbana | Centros Poblados | Área Urbana | Centros Poblados | 17.45 | 7.67 | |
| Total | | | | | 227.57 | 100.00 | |

LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y USO ACTUAL

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: Ministerio del Ambiente Año: 2019

Escala: 1/100000 Mapa N°: 15

4.1.2.10. Clima

De acuerdo al mapa de clasificación climática del Perú basado en Werren Thornthwaite elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) en el año 2002, se encontraron 3 tipos de climas.

El clima que más predomina en la subcuenca de estudio es la “Zona de clima semifrío, lluvioso, con deficiencia de lluvia en invierno con humedad relativa calificada como húmeda.” (B(i) D' H3) que ocupa un 55.39% del área total, seguido de la “Zona de clima frío, lluvioso, con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda.” (B(o,i) C' H3) que ocupa el 40.88% y por último la “Zona de clima nival” (N) con un 3.73% del total (Ver Tabla 33, Figura 26 y Mapa 16).

Tabla 33. Climas de la Subcuenca Shullcas

| Simbología | Descripción | Área (km ²) | Área (%) |
|--------------|--|-------------------------|----------|
| B(i) D' H3 | Zona de clima semifrío, lluvioso, con deficiencia de lluvia en invierno con humedad relativa calificada como húmeda. | 126.05 | 55.39 |
| B(o,i) C' H3 | Zona de clima frío, lluvioso, con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda. | 93.03 | 40.88 |
| N | Zona de clima nival | 8.49 | 3.73 |
| Total | | 227.57 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia

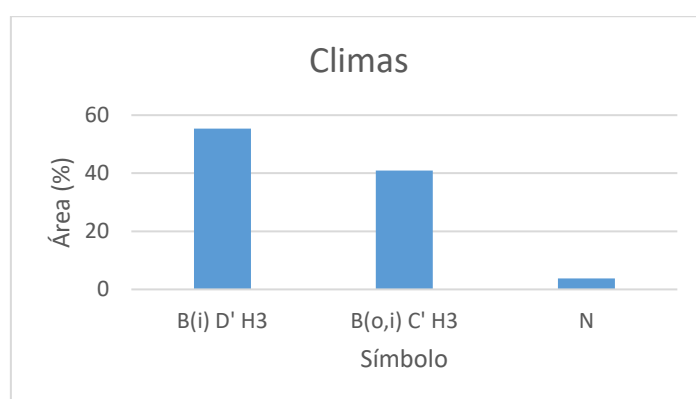
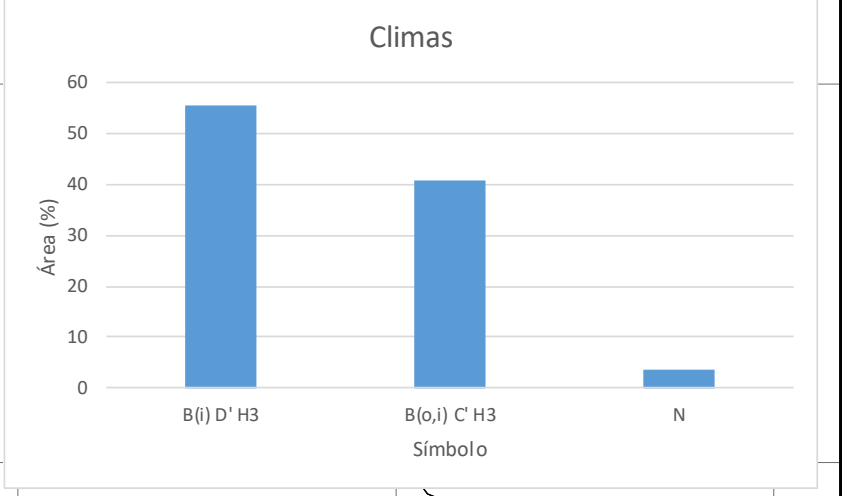
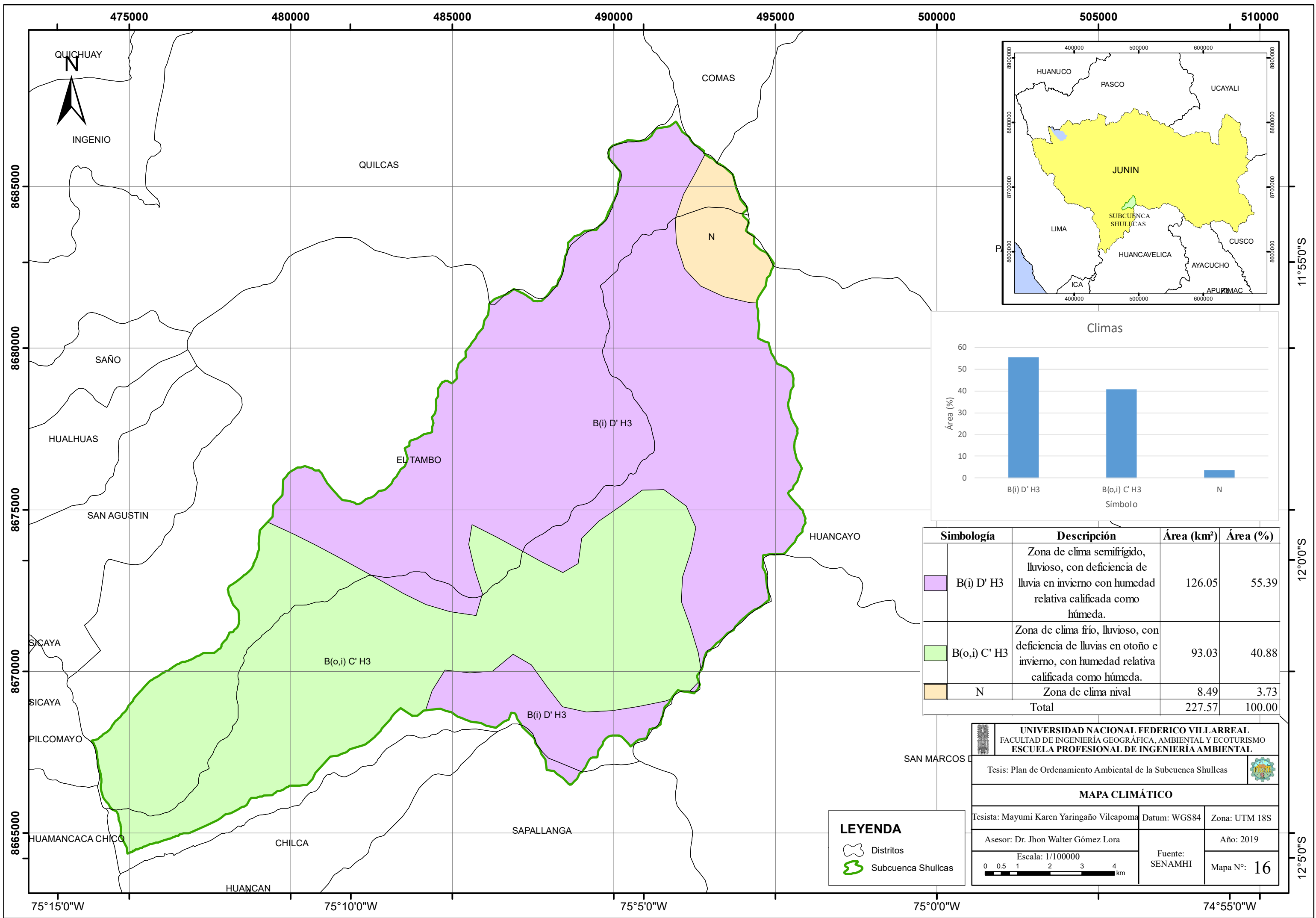


Figura 26. Climas de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia



| Simbología | Descripción | Área (km ²) | Área (%) |
|--------------|--|-------------------------|----------|
| B(i) D' H3 | Zona de clima semifrío, lluvioso, con deficiencia de lluvia en invierno con humedad relativa calificada como húmeda. | 126.05 | 55.39 |
| B(o,i) C' H3 | Zona de clima frío, lluvioso, con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda. | 93.03 | 40.88 |
| N | Zona de clima nival | 8.49 | 3.73 |
| Total | | 227.57 | 100.00 |

LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA CLIMÁTICO

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Año: 2019

Escala: 1/100000 Fuente: SENAMHI Mapa N°: 16

4.1.2.10.1. Análisis de temperatura

La temperatura es una de las magnitudes que describe el estado de la atmósfera, varía entre el día y la noche, entre una estación y otra, y también entre una ubicación geográfica y otra (Fundación española para la ciencia y la tecnología, 2004).

Para realizar esta investigación se han utilizado los valores de promedios multianuales de temperaturas de diferentes estaciones del “Diagnostico del Río Mantaro”, realizado por el CONAM en el año 2005, debido a que los datos de temperatura son costosos y además tiene un coeficiente de variación bajo y es poco aleatorio (Ver Tabla 34).

Se han correlacionado los datos de temperatura con la altitud de cada estación.

Tabla 34. Valores de promedio anual de temperaturas de estaciones cercanas a la Subcuenca Shullcas

| Número | Nombre de estación | Periodo de registro | Tipo | Latitud (S) | Longitud (W) | Este | Norte | Altitud (m.s.n.m.) | Temperatura media anual (C°) |
|-----------------------|--------------------|---------------------|------------|--------------|--------------|-----------|------------|--------------------|------------------------------|
| Cuenca Mantaro | | | | | | | | | |
| 1 | Acobamba | 1960 -2002 | Conv. Met. | 12° 51' 11'' | 74° 33' 37'' | 547712.40 | 8579073.49 | 3236 | 11.4 |
| 2 | Acostambo | 1961 -2002 | Conv. Met. | 12° 21' 58'' | 75° 3' 23'' | 493869.96 | 8632961.34 | 3650 | 9.4 |
| 3 | Huayao | 1962 -2002 | Conv. Met. | 12° 2' 1'' | 75° 16' 1'' | 470944.18 | 8669715.60 | 3313 | 11.9 |
| 4 | Ingenio | 1963 -2002 | Conv. Met. | 11° 52' 51'' | 75° 17' 16'' | 468658.96 | 8686607.32 | 3450 | 11 |
| 5 | Jauja | 1964 -2002 | Conv. Met. | 11° 47' 12'' | 75° 29' 13'' | 446955.81 | 8696993.20 | 3322 | 11.9 |
| 6 | Laive | 1965 -2002 | Conv. Met. | 12° 15' 8'' | 75° 21' 19'' | 461360.89 | 8645530.45 | 3990 | 7.1 |
| 7 | Lircay | 1966 -2002 | Conv. Met. | 12° 58' 0'' | 74° 43' 0'' | 530729.26 | 8566533.43 | 3150 | 12.4 |
| 8 | Pampas | 1967 -2002 | Conv. Met. | 12° 23' 35'' | 74° 51' 58'' | 514553.58 | 8629978.79 | 3260 | 11.3 |
| 9 | Pilchaca | 1968 -2002 | Conv. Met. | 12° 24' 40'' | 75° 5' 30'' | 490036.62 | 8627984.12 | 3570 | 10.9 |
| 10 | Salcabamba | 1969 -2002 | Conv. Met. | 12° 11' 58'' | 74° 47' 9'' | 523296.76 | 8651382.83 | 2900 | 13.5 |
| 11 | San Lorenzo | 1970 -2002 | Conv. Met. | 11° 51' 1'' | 75° 23' 1'' | 458217.25 | 8689973.54 | 2600 | 16.2 |
| 12 | Santa Ana | 1971 -2002 | Conv. Met. | 12° 0' 15'' | 75° 13' 15'' | 475960.60 | 8672975.99 | 3295 | 12.1 |
| 13 | Viques | 1972 -2002 | Conv. Met. | 12° 9' 47'' | 75° 14' 7'' | 474403.31 | 8655404.82 | 3186 | 12.9 |
| Cuenca Perené | | | | | | | | | |
| 1 | Comas | 1972 -2002 | Conv. Met. | 11° 44' 55'' | 75° 7' 45'' | 485926.13 | 8701240.98 | 3300 | 10.2 |

Fuente: (Consejo Nacional del Ambiente [CONAM], 2005)

De la correlación Temperatura vs Altitud, se obtuvo una ecuación de tipo lineal (Ver Figura 27), resultando:

$$T = -0.006 * H + 31.524$$

Donde:

T = Temperatura media anual de cada estación

H = Altitud de cada estación

Esta presenta un coeficiente de correlación $R=0.91$

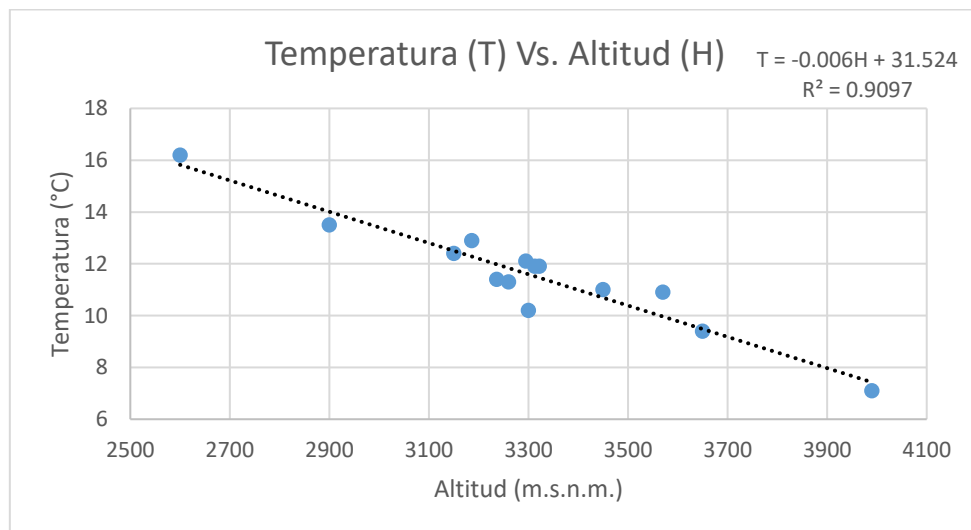


Figura 27. Correlación Temperatura Vs. Altitud

Fuente: Elaboración propia

A partir de la ecuación resultante, se determinó la temperatura media de la subcuenca, ingresando la altitud media de la subcuenca, la cual ha sido calculada anteriormente.

$$T = -0.006 * H + 31.524$$

$$T = -0.006 * 4200.56 + 31.524$$

$$T = 6.32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Asimismo, cabe resaltar que la Subcuenca Shullcas tiene una gradiente de temperatura de 6 °C por cada 1000 m de elevación.

○ **Determinación de temperaturas por áreas parciales:**

Se han utilizado las áreas parciales entre isotermas por cada rango de altitud (Ver Tabla 35), y se calculó la temperatura media de la Subcuenca Shullcas.

Tabla 35. Cálculo de la temperatura media por áreas parciales

| Rango de altitud | Rango de T (°C) | | T media (°C) | Área (km ²) | A*T |
|------------------|-----------------|----|--------------|-------------------------|---------|
| 5500 - 5100 | 0 | 1 | 0.5 | 3.12 | 1.56 |
| 5100 - 4900 | 1 | 2 | 1.5 | 4.63 | 6.95 |
| 4900 - 4750 | 2 | 3 | 2.5 | 5.54 | 13.86 |
| 4750 - 4600 | 3 | 4 | 3.5 | 38.89 | 136.13 |
| 4600 - 4400 | 4 | 5 | 4.5 | 45.55 | 204.98 |
| 4400 - 4250 | 5 | 6 | 5.5 | 33.53 | 184.39 |
| 4250 - 4100 | 6 | 7 | 6.5 | 22.82 | 148.34 |
| 4100 - 3900 | 7 | 8 | 7.5 | 14.92 | 111.93 |
| 3900 - 3750 | 8 | 9 | 8.5 | 15.71 | 133.52 |
| 3750 - 3600 | 9 | 10 | 9.5 | 9.15 | 86.97 |
| 3600 - 3400 | 10 | 11 | 10.5 | 8.65 | 90.78 |
| 3400 - 3250 | 11 | 12 | 11.5 | 7.04 | 81.00 |
| 3250 - 3100 | 12 | 13 | 12.5 | 18.00 | 224.95 |
| Total | | | | 227.57 | 1425.37 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se realizó el siguiente cálculo:

$$T_M = \frac{\sum(A * T)}{\sum(At)}$$

Donde:

T_M = Temperatura media de la subcuenca

A = Área parcial

T = Temperatura media por rango

$A_t = \text{Área total}$

Resultando:

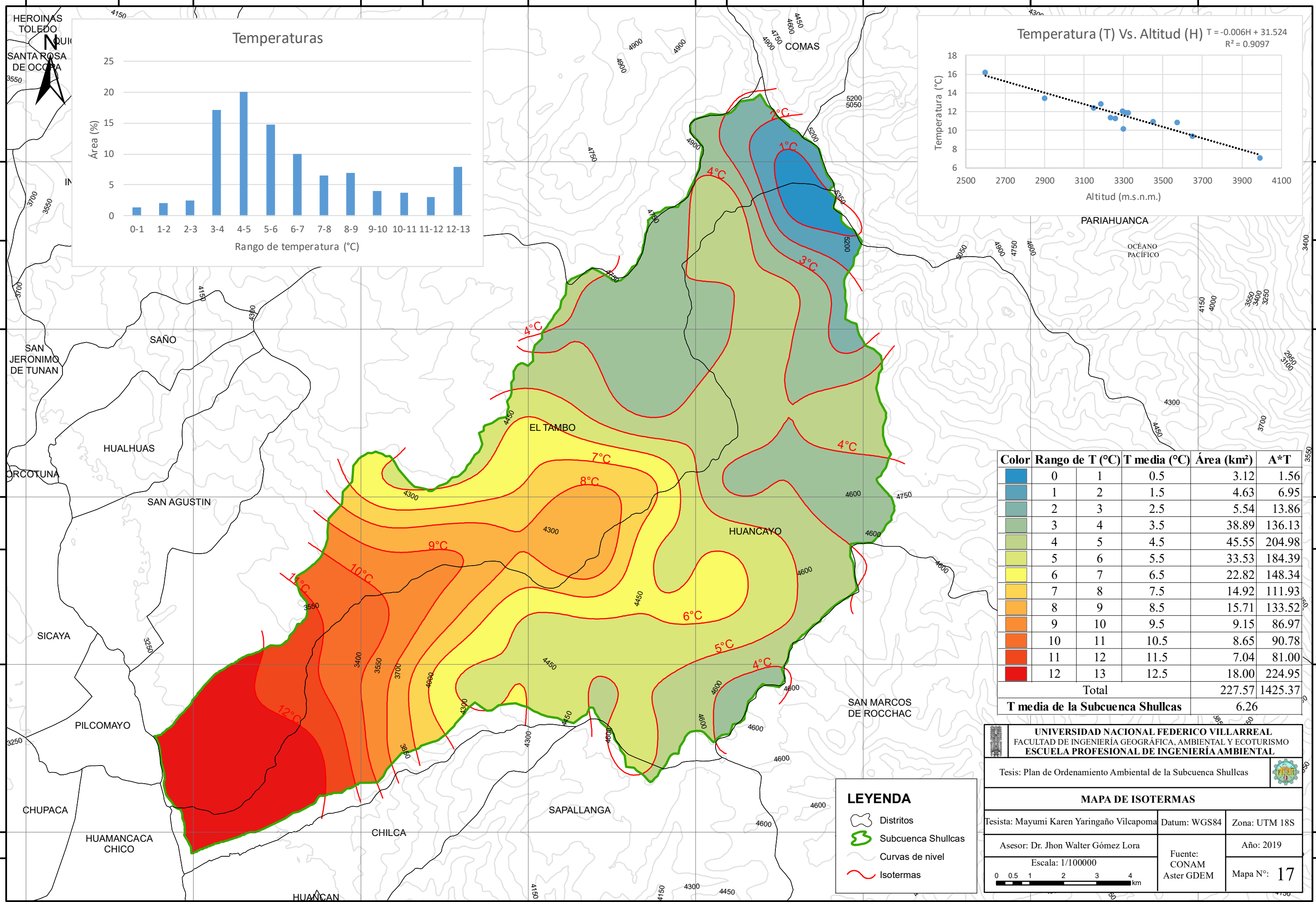
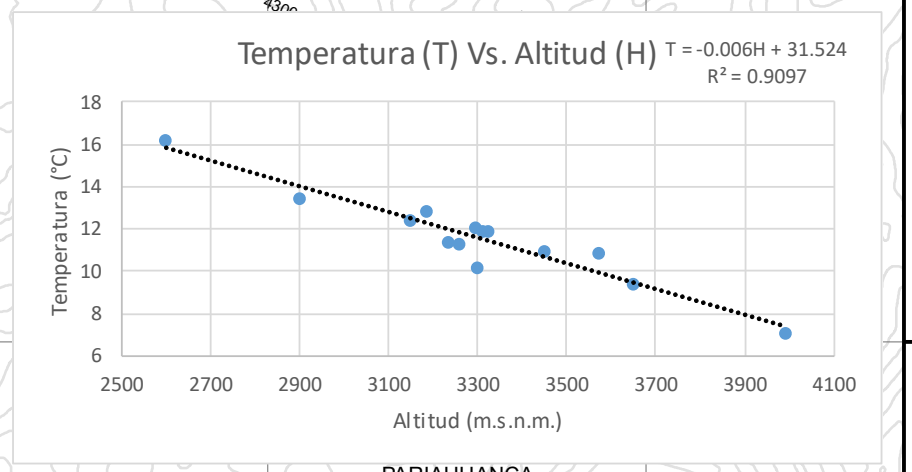
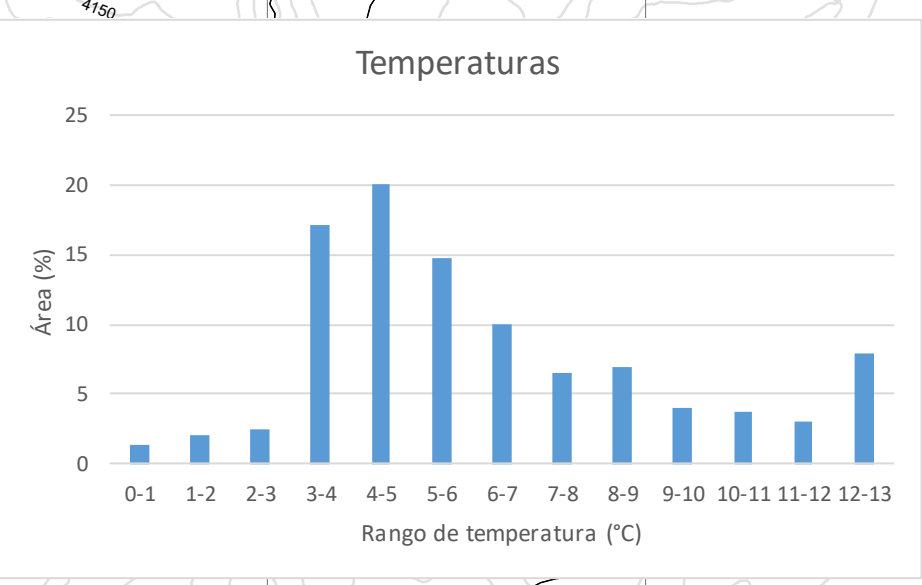
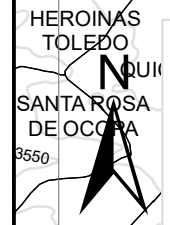
$$T_M = \frac{1425.37}{227.57}$$

$$T_M = 6.26 \text{ } ^\circ\text{C}$$

En el primer análisis se obtuvo una temperatura media de $6.32 \text{ } ^\circ\text{C}$ y en el segundo análisis se obtuvo una temperatura media de $6.26 \text{ } ^\circ\text{C}$. Se observa que ambos valores son cercanos, teniendo como promedio la temperatura media de $6.29 \text{ } ^\circ\text{C}$.

El mapa de isotermas se presenta a continuación (Ver Mapa 17):

470000 475000 480000 485000 490000 495000 500000 505000



| Color | Rango de T (°C) | T media (°C) | Área (km²) | A*T |
|----------------------------------|-----------------|--------------|------------|---------|
| Blue | 0 1 | 0.5 | 3.12 | 1.56 |
| Light Blue | 1 2 | 1.5 | 4.63 | 6.95 |
| Teal | 2 3 | 2.5 | 5.54 | 13.86 |
| Green | 3 4 | 3.5 | 38.89 | 136.13 |
| Light Green | 4 5 | 4.5 | 45.55 | 204.98 |
| Yellow-Green | 5 6 | 5.5 | 33.53 | 184.39 |
| Yellow | 6 7 | 6.5 | 22.82 | 148.34 |
| Light Orange | 7 8 | 7.5 | 14.92 | 111.93 |
| Orange | 8 9 | 8.5 | 15.71 | 133.52 |
| Dark Orange | 9 10 | 9.5 | 9.15 | 86.97 |
| Red-Orange | 10 11 | 10.5 | 8.65 | 90.78 |
| Red | 11 12 | 11.5 | 7.04 | 81.00 |
| Dark Red | 12 13 | 12.5 | 18.00 | 224.95 |
| Total | | | 227.57 | 1425.37 |
| T media de la Subcuenca Shullcas | | | 6.26 | |

LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas
- Curvas de nivel
- Isotermas

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE ISOTERMAS

| | | |
|---|--------------------------|---------------|
| Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma | Datum: WGS84 | Zona: UTM 18S |
| Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora | Fuente: CONAM Aster GDEM | Año: 2019 |
| Escala: 1/100000 | | Mapa N°: 17 |

75°15'0"W 75°10'0"W 75°5'0"W 75°0'0"W 11°55'0"S 12°0'0"S 12°5'0"S

4.1.2.10.2. Análisis de precipitación

La cantidad de precipitación, se expresa por la altura de la capa de agua (mm) que forma sobre un suelo horizontal e impermeable, sin que se produzca evaporación. Además, se sabe que la precipitación aumenta con la altura (Muñoz, Clase de Meteorología XI Lluvia, 2014).

Las precipitaciones, generalmente se incrementan gradualmente en los meses de julio, agosto y setiembre, haciéndose más significativas a partir de octubre hasta alcanzar valores máximos en febrero. Los meses de máximas precipitaciones son enero, febrero y marzo, en abril y mayo la precipitación disminuye bruscamente, para luego alcanzar los valores mínimos en junio (Consejo Nacional del Ambiente [CONAM], 2005).

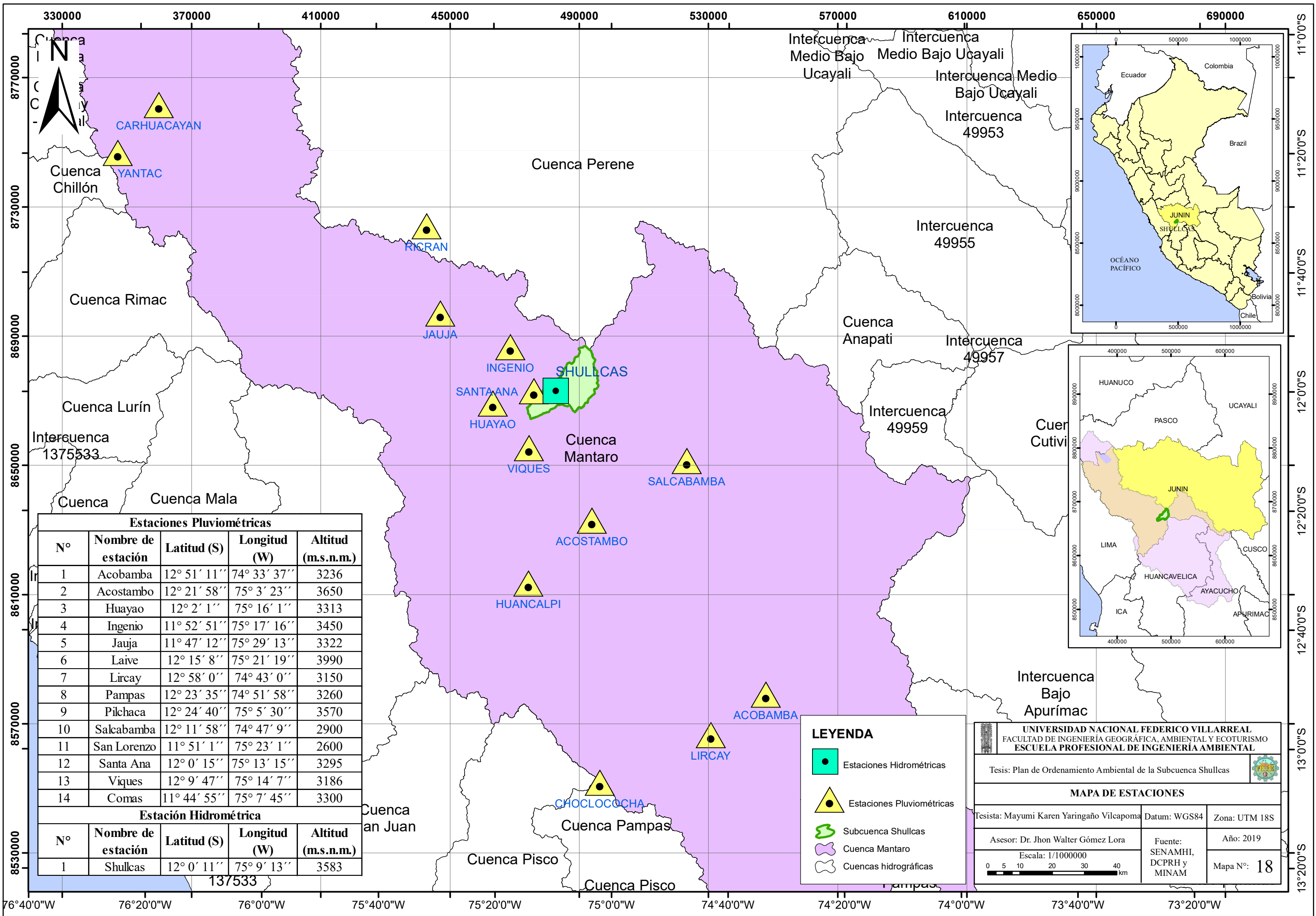
Para esta investigación se ha utilizado la información recopilada de las estaciones pluviométricas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). De las cuales, doce son estaciones ubicadas en la Cuenca Mantaro, una estación está ubicada en la Cuenca Perené y una estación está ubicada en la Cuenca Pampas.

La ubicación de dichas estaciones pluviométricas se describen en la siguiente tabla (Ver Tabla 36) y en el siguiente mapa (Ver Mapa 18).

Tabla 36. Ubicación de las estaciones pluviométricas

| Cuenca Mantaro | | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|---------|--------------|----------------|-----------------------------|
| Nombre de Estación | Latitud (S) | Longitud (W) | Altitud | Departamento | Provincia | Distrito |
| Acobamba | 12° 51' 11'' | 74° 33' 37'' | 3241 | Huancavelica | Acobamba | Acobamba |
| Acostambo | 12° 21' 58'' | 75° 3' 23'' | 3597 | Huancavelica | Tayacaja | Acostambo |
| Carhuacayán | 11° 12' 1'' | 76° 17' 1'' | 4129 | Junín | Yauli | Sta. Bárbara de Carhuacayán |
| Huancalpi | 12° 32' 32'' | 75° 14' 14'' | 4437 | Huancavelica | Huancavelica | Vilca |
| Huayao | 12° 2' 18'' | 75° 20' 17'' | 3346 | Junín | Chupaca | Huachac |
| Ingenio | 11° 52' 51'' | 75° 17' 16'' | 3418 | Junín | Concepción | Santa Rosa de Ocopa |
| Jauja | 11° 47' 12'' | 75° 29' 13'' | 3360 | Junín | Jauja | Jauja |
| Lircay | 12° 58' 0'' | 74° 43' 0'' | 3518 | Huancavelica | Angaráes | Lircay |
| Salcabamba | 12° 11' 58'' | 74° 47' 9'' | 3234 | Huancavelica | Tayacaja | Salcabamba |
| Santa Ana | 12° 0' 15'' | 75° 13' 15'' | 3304 | Junín | Huancayo | El Tambo |
| Viques | 12° 9' 47'' | 75° 14' 7'' | 3149 | Junín | Huancayo | Viques |
| Yantac | 11° 20' 1'' | 76° 24' 1'' | 4670 | Junín | Yauli | Marcapomacocha |
| Cuenca Perené | | | | | | |
| Ricrán | 11° 32' 32'' | 75° 31' 31'' | 3677 | Junín | Jauja | Ricrán |
| Cuenca Pampas | | | | | | |
| Choclococha | 13° 6' 1'' | 75° 2' 1'' | 5068 | Huancavelica | Castrovirreyna | Santa Ana |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)



| Estaciones Pluviométricas | | | | |
|---------------------------|--------------------|-------------|--------------|--------------------|
| N° | Nombre de estación | Latitud (S) | Longitud (W) | Altitud (m.s.n.m.) |
| 1 | Acobamba | 12° 51' 11" | 74° 33' 37" | 3236 |
| 2 | Acostambo | 12° 21' 58" | 75° 3' 23" | 3650 |
| 3 | Huayao | 12° 2' 1" | 75° 16' 1" | 3313 |
| 4 | Ingenio | 11° 52' 51" | 75° 17' 16" | 3450 |
| 5 | Jauja | 11° 47' 12" | 75° 29' 13" | 3322 |
| 6 | Laive | 12° 15' 8" | 75° 21' 19" | 3990 |
| 7 | Lircay | 12° 58' 0" | 74° 43' 0" | 3150 |
| 8 | Pampas | 12° 23' 35" | 74° 51' 58" | 3260 |
| 9 | Pilchaca | 12° 24' 40" | 75° 5' 30" | 3570 |
| 10 | Salcabamba | 12° 11' 58" | 74° 47' 9" | 2900 |
| 11 | San Lorenzo | 11° 51' 1" | 75° 23' 1" | 2600 |
| 12 | Santa Ana | 12° 0' 15" | 75° 13' 15" | 3295 |
| 13 | Viques | 12° 9' 47" | 75° 14' 7" | 3186 |
| 14 | Comas | 11° 44' 55" | 75° 7' 45" | 3300 |

| Estación Hidrométrica | | | | |
|-----------------------|--------------------|-------------|--------------|--------------------|
| N° | Nombre de estación | Latitud (S) | Longitud (W) | Altitud (m.s.n.m.) |
| 1 | Shullcas | 12° 0' 11" | 75° 9' 13" | 3583 |

LEYENDA

- Estaciones Hidrométricas
- Estaciones Pluviométricas
- Subcuenca Shullcas
- Cuenca Mantaro
- Cuencas hidrográficas

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE ESTACIONES

Tesisista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: SENAMHI, DCPRH y MINAM Año: 2019

Escala: 1/1000000 Mapa N°: 18

0 5 10 20 30 40 km

La estación con mayor altitud es la estación Choclococha ubicada a los 5068 m.s.n.m. y la estación con menor altitud es la estación Viques ubicada a los 3149 m.s.n.m.

A continuación, se describen las precipitaciones medias mensuales por estación pluviométrica (Ver Tabla 37).

Tabla 37. Variación promedio mensual de las precipitaciones por estaciones

| Estaciones | Meses | | | | | | | | | | | | Total Anual (mm) |
|-------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------------------|
| | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | |
| Acobamba | 26.2 | 51.7 | 56.6 | 103.0 | 127.2 | 133.2 | 93.2 | 43.8 | 18.6 | 7.0 | 10.0 | 15.4 | 685.9 |
| Acostambo | 39.3 | 68.7 | 80.0 | 106.9 | 119.8 | 145.3 | 106.5 | 47.2 | 18.8 | 9.1 | 13.1 | 17.6 | 772.3 |
| Carhuacayán | 47.2 | 91.7 | 93.6 | 137.9 | 138.9 | 154.1 | 154.7 | 90.4 | 34.7 | 7.9 | 8.9 | 16.1 | 976.1 |
| Choclococha | 48.6 | 86.1 | 89.2 | 153.9 | 194.2 | 233.6 | 206.2 | 118.1 | 20.4 | 14.3 | 10.6 | 26.9 | 1202.0 |
| Huancalpi | 50.9 | 80.6 | 86.1 | 144.4 | 166.5 | 177.0 | 144.0 | 77.1 | 22.1 | 10.2 | 21.5 | 26.8 | 1007.1 |
| Huayao | 36.0 | 62.1 | 64.9 | 102.4 | 114.2 | 122.7 | 102.8 | 51.4 | 14.0 | 5.1 | 8.2 | 14.6 | 698.3 |
| Ingenio | 26.0 | 62.9 | 75.0 | 121.2 | 118.7 | 109.5 | 100.8 | 57.0 | 11.7 | 4.9 | 3.6 | 5.1 | 696.4 |
| Jauja | 25.0 | 62.6 | 68.6 | 102.0 | 106.1 | 110.4 | 111.5 | 50.8 | 13.3 | 3.5 | 3.4 | 4.8 | 661.9 |
| Lircay | 31.0 | 52.6 | 62.5 | 119.6 | 150.5 | 154.5 | 118.1 | 57.2 | 25.1 | 8.9 | 15.3 | 15.8 | 811.0 |
| Ricrán | 27.9 | 71.0 | 76.4 | 121.9 | 111.6 | 112.5 | 116.3 | 66.4 | 17.8 | 7.2 | 8.9 | 9.8 | 747.6 |
| Salcabamba | 28.4 | 61.9 | 65.3 | 102.7 | 117.9 | 125.1 | 111.9 | 41.6 | 16.2 | 7.6 | 10.4 | 13.6 | 702.5 |
| Santa Ana | 32.5 | 64.8 | 75.1 | 118.4 | 113.0 | 125.3 | 101.1 | 49.3 | 13.1 | 5.9 | 6.2 | 10.5 | 715.2 |
| Viques | 33.8 | 60.0 | 60.8 | 97.9 | 123.5 | 134.0 | 91.4 | 37.2 | 8.8 | 4.8 | 7.8 | 10.1 | 669.8 |
| Yantac | 48.3 | 71.2 | 85.7 | 117.4 | 129.3 | 140.4 | 139.7 | 72.4 | 23.1 | 10.6 | 11.7 | 24.7 | 874.4 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Se observa que la precipitación varía desde los 661.9 mm hasta los 1202 mm en función de la altura. Asimismo, se calculó que las lluvias más intensas se dan en los meses de diciembre, enero y febrero y marzo con un 14.7%, 16.3%, 17.6%, 15.1% del total de lluvias respectivamente, siendo febrero el mes con mayor precipitación. Se calculó también que las lluvias menos intensas se dan en los meses de mayo, junio, julio y agosto con 2.3%, 1.0%, 1.2% y 1.9% del total de lluvias respectivamente, siendo junio el mes con menor precipitación (Ver Figura 28).

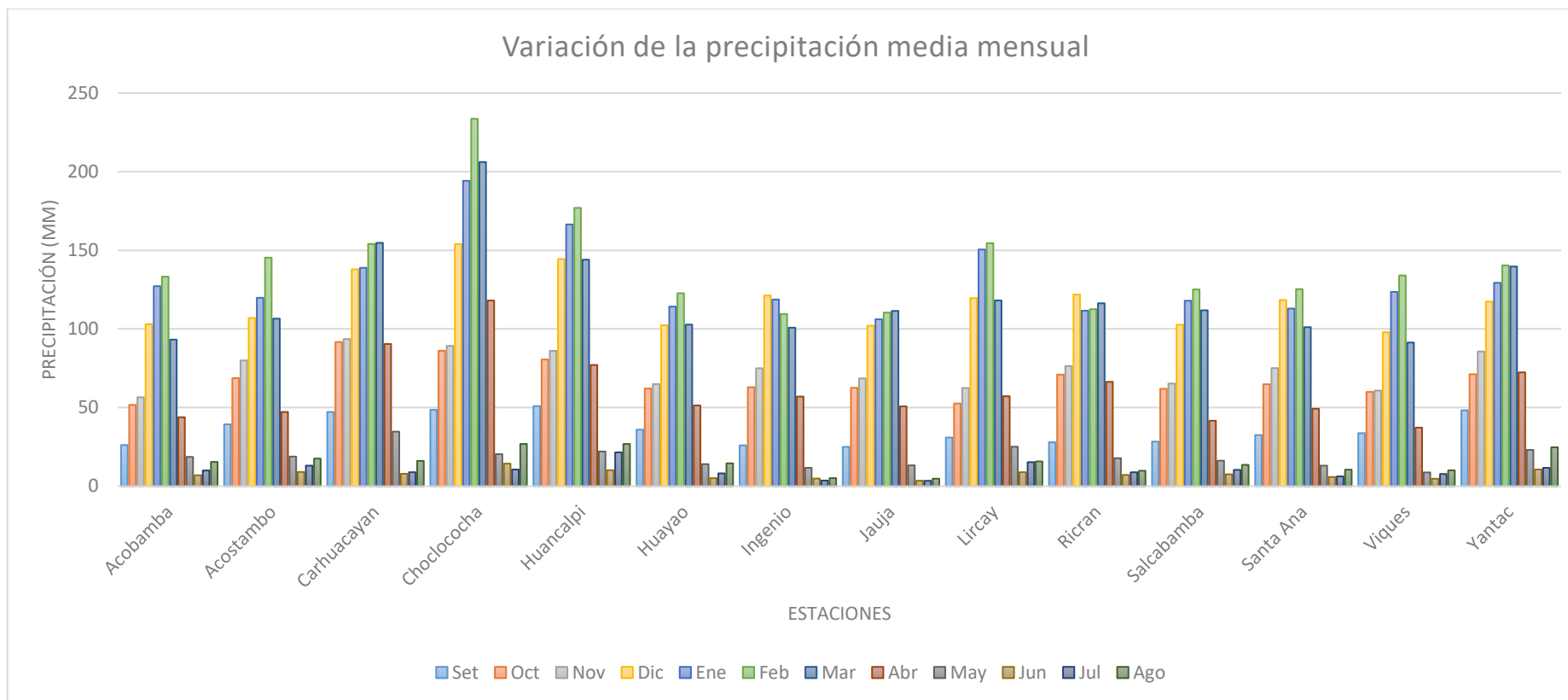


Figura 28. Variación de la precipitación media mensual por estaciones

Fuente: Elaboración propia

- **Determinación de la precipitación media**

La precipitación es el elemento de entrada más importante y constituye la fuente principal para la alimentación del recurso hídrico (Uriarte, 2010).

Para calcular la precipitación media de la subcuenca de estudio, se han utilizado 3 métodos, los cuales son: Método de regionalización, Método de isoyetas y el Método de correlación múltiple (Precipitación, Altitud, Latitud).

Método de regionalización

En este método se utiliza también los datos de precipitación de cuencas vecinas que rodean la cuenca de estudio, esto es debido a la poca cantidad o falta de datos en la misma.

Para la Subcuenca Shullcas se ha utilizado los datos de precipitación las Cuencas: Mantaro, Perené y Pampas, las cuales se han correlacionado con las altitudes (Ver Tabla 38). Finalmente se eligió la ecuación donde el coeficiente de correlación R sea el más cercano a 1.

Tabla 38. Altitud y precipitación total anual de las estaciones

| Estaciones | Altitud (m.s.n.m.) | Precipitación Total Anual (mm) |
|-------------------|-------------------------------|---|
| Acobamba | 3241 | 685.9 |
| Acostambo | 3597 | 772.3 |
| Carhuacayán | 4129 | 976.1 |
| Huancalpi | 4437 | 1007.1 |
| Huayao | 3346 | 698.3 |
| Ingenio | 3418 | 696.4 |
| Jauja | 3360 | 661.9 |
| Lircay | 3518 | 811.0 |
| Salcabamba | 3234 | 702.5 |
| Santa Ana | 3304 | 715.2 |
| Viques | 3149 | 669.8 |
| Yantac | 4670 | 874.4 |
| Ricrán | 3677 | 747.6 |
| Choclococha | 5068 | 1202.0 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

De la correlación Precipitación vs Altitud, se obtuvo una ecuación de tipo potencial (Ver Figura 29), resultando:

$$P_p = 0.0874 * H^{1.1091}$$

Donde:

P_p = Precipitación total anual de cada estación

H = Altitud de cada estación

Esta presenta un coeficiente de correlación $R=0.87$

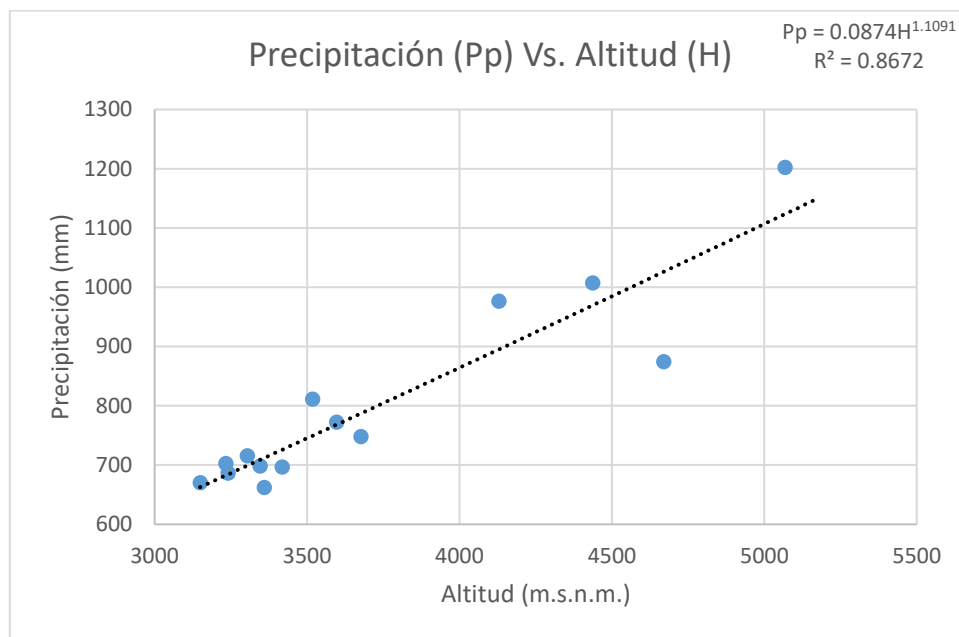


Figura 29. Correlación Precipitación Vs. Altitud

Fuente: Elaboración propia

A partir de la ecuación potencial resultante, se han calculado las precipitaciones anuales corregidas, observándose que el error varía desde -17.3% hasta 8.3%, demostrando así que dicha ecuación es aceptable ya que la diferencia del margen de error es mínima (Ver Tabla 39).

Tabla 39. Cálculo de la precipitación anual generada a partir de la ecuación potencial

| Estaciones | Altitud (m.s.n.m.) | Precipitación Anual (mm) | Precipitación corregida (mm) | Error |
|-------------|--------------------|--------------------------|------------------------------|--------|
| Acobamba | 3241 | 685.9 | 684.2 | 0.2% |
| Acostambo | 3597 | 772.3 | 768.1 | 0.6% |
| Carhuacayán | 4129 | 976.1 | 895.0 | 8.3% |
| Huancalpi | 4437 | 1007.1 | 969.4 | 3.7% |
| Huayao | 3346 | 698.3 | 708.9 | -1.5% |
| Ingenio | 3418 | 696.4 | 725.8 | -4.2% |
| Jauja | 3360 | 661.9 | 712.2 | -7.6% |
| Lircay | 3518 | 811.0 | 749.4 | 7.6% |
| Salcabamba | 3234 | 702.5 | 682.6 | 2.8% |
| Santa Ana | 3304 | 715.2 | 699.0 | 2.3% |
| Viques | 3149 | 669.8 | 662.7 | 1.1% |
| Yantac | 4670 | 874.4 | 1026.0 | -17.3% |
| Ricrán | 3677 | 747.6 | 787.0 | -5.3% |
| Choclococha | 5068 | 1202.0 | 1123.4 | 6.5% |

Fuente: Elaboración propia

A partir de la ecuación resultante, se determinó la precipitación anual de la subcuenca, ingresando la altitud media de la subcuenca, la cual ha sido calculada anteriormente.

$$P_p = 0.0874 * H^{1.1091}$$

$$P_p = 0.0874 * 4200.56^{1.1091}$$

$$P_p = 912.27 \text{ mm}$$

Método de Isoyetas

Teniendo en cuenta la ecuación de tipo potencial del método anterior, se realizó el siguiente procedimiento, utilizando el programa Arc Gis 10.4.:

- Se generó una malla que cubre la subcuenca de estudio con diferentes puntos utilizando la herramienta “Create fishnet”. Estos puntos generados vienen a ser las estaciones ficticias. Después se procedió a calcular las altitudes en las que se encontraban, utilizando la herramienta “Extract values to points”, en base a la información de altitudes del ráster Aster – GDEM descargado previamente.
- Se calculó la precipitación de cada estación ficticia utilizando la ecuación de tipo potencial calculada anteriormente mediante “Field calculator”.
- Se generaron las isoyetas de la subcuenca, mediante una herramienta de interpolación de Arc Gis denominada “Spline”, por ser la más adecuada, ya que ésta estima valores minimizando la curvatura de las isoyetas.

Para el cálculo de la precipitación media de la subcuenca se han utilizado las áreas parciales entre isoyetas (Ver Tabla 40)

Tabla 40. Cálculo de la precipitación media mediante isoyetas

| Rango de Pp (mm) | | Pp media (°C) | Área (km²) | A*Pp |
|--|------|----------------------|------------------------------|-------------|
| 600 | 700 | 650 | 19.78 | 12859.61 |
| 700 | 800 | 750 | 22.12 | 16587.43 |
| 800 | 900 | 850 | 37.28 | 31688.19 |
| 900 | 1000 | 950 | 79.73 | 75739.26 |
| 1000 | 1100 | 1050 | 58.57 | 61494.87 |
| 1100 | 1200 | 1150 | 10.09 | 11608.00 |
| Total | | | 227.57 | 209977.36 |
| Pp media de la Subcuenca Shullcas | | | 922.71 | |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se realizó el siguiente cálculo:

$$Pp_M = \frac{\sum(A * Pp)}{\sum(At)}$$

Donde:

Pp_M = Precipitación media de la subcuenca

A = Área parcial

Pp = Precipitación media por rango

At = Área total

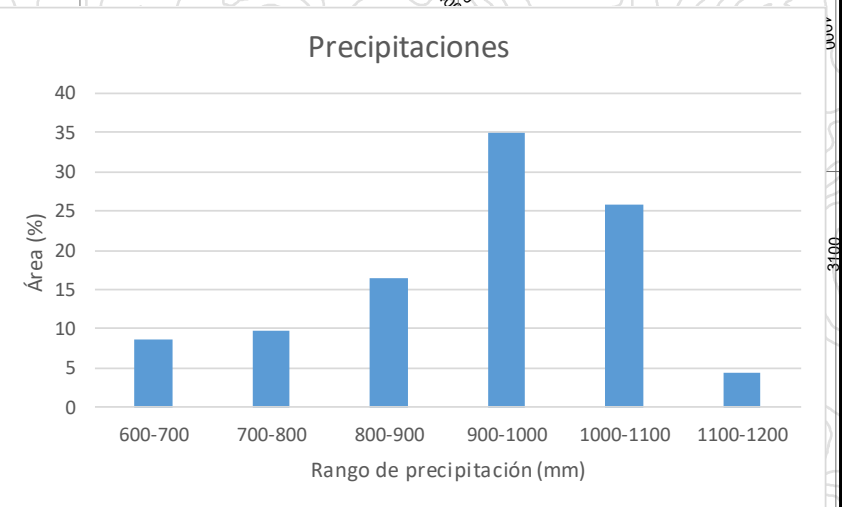
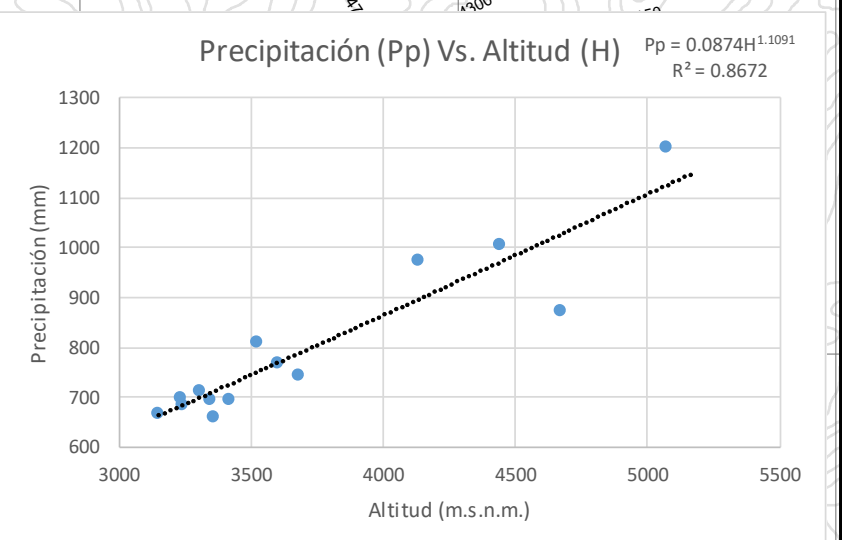
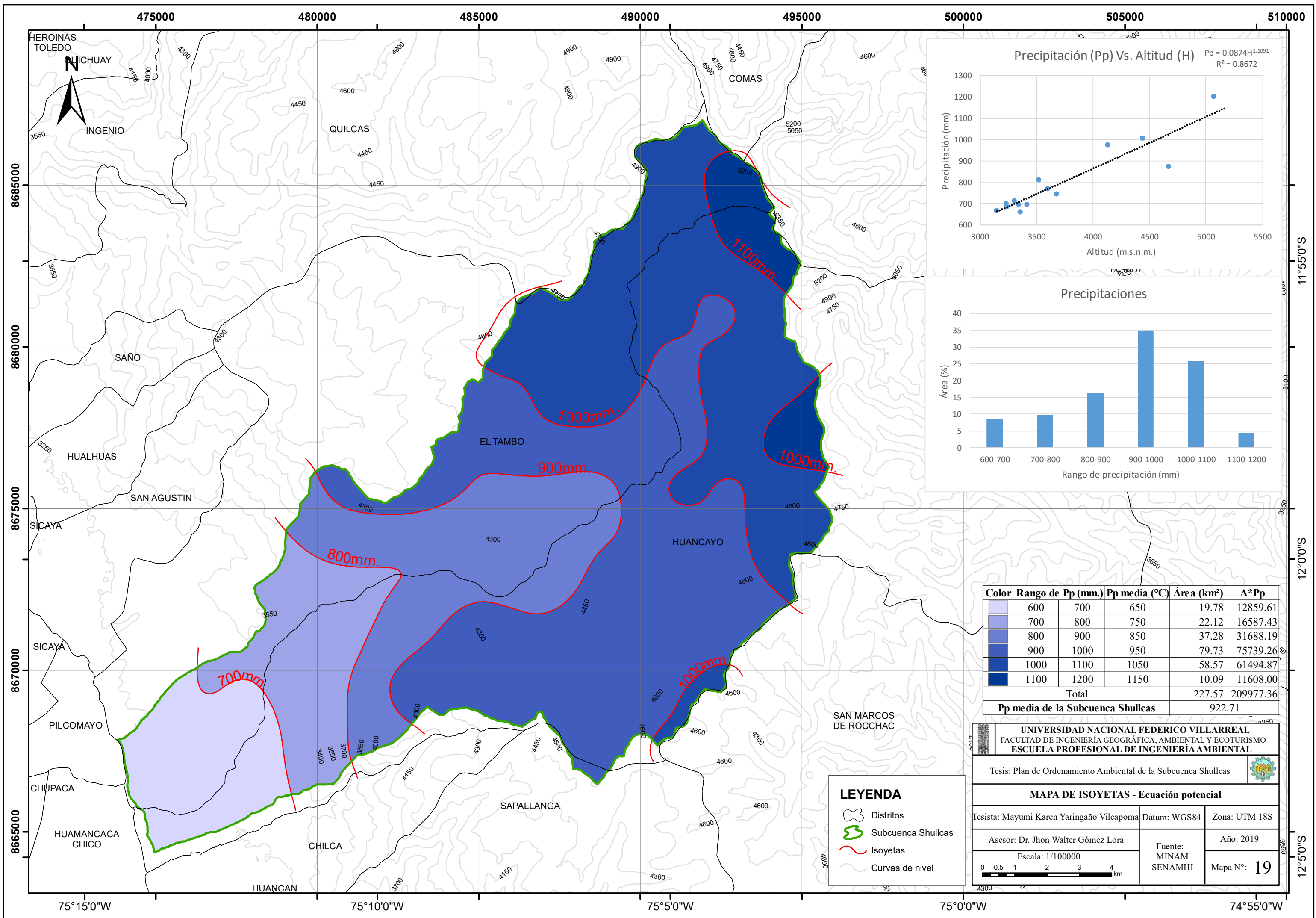
Resultando:

$$Pp_M = \frac{209977.36}{227.57}$$

$$Pp_M = 922.71 \text{ mm}$$

En el primer análisis realizado por el método de regionalización se obtuvo una precipitación media de 912.27 mm y en el segundo análisis realizado por el método de isoyetas se obtuvo una precipitación media de 922.71 mm, y se observa que ambos valores son cercanos.

El mapa de isoyetas de acuerdo a la ecuación potencial se presenta a continuación (Ver Mapa 19):



| Color | Rango de Pp (mm.) | Pp media (°C) | Área (km²) | A*Pp |
|--|-------------------|---------------|------------|-----------|
| [Lightest Blue] | 600 / 700 | 650 | 19.78 | 12859.61 |
| [Light Blue] | 700 / 800 | 750 | 22.12 | 16587.43 |
| [Medium Light Blue] | 800 / 900 | 850 | 37.28 | 31688.19 |
| [Medium Blue] | 900 / 1000 | 950 | 79.73 | 75739.26 |
| [Dark Blue] | 1000 / 1100 | 1050 | 58.57 | 61494.87 |
| [Darkest Blue] | 1100 / 1200 | 1150 | 10.09 | 11608.00 |
| Total | | | 227.57 | 209977.36 |
| Pp media de la Subcuenca Shullcas | | | 922.71 | |

LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas
- Isoyetas
- Curvas de nivel

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE ISOYETAS - Ecuación potencial

| | | |
|---|-----------------------|---------------|
| Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma | Datum: WGS84 | Zona: UTM 18S |
| Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora | Fuente: MINAM SENAMHI | Año: 2019 |
| Escala: 1/100000 | | Mapa N°: 19 |

Método de correlación múltiple

Los factores geográficos que intervienen en los elementos del clima, en este caso en la precipitación, son la latitud, altitud, distribución de tierras y mares, topografía, corrientes oceánicas, etc (Muñoz, 2014).

Para este método se tiene en cuenta que la precipitación y la altitud son directamente proporcionales. Además, se sabe que la latitud más cercana al Ecuador, se observa mayor precipitación. En este caso, como estamos en el hemisferio sur y considerando a la latitud sin el signo negativo (-), la precipitación y la latitud son inversamente proporcionales.

Es así que se han correlacionado la precipitación anual con la altura y con la latitud, mediante una regresión lineal múltiple (Ver Tabla 41).

Tabla 41. Precipitación total anual, altitud y latitud de las estaciones

| Estaciones | Precipitación Anual (mm) | Altitud (m.s.n.m.) | Latitud (°) |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Acobamba | 685.9 | 3241 | 12.85 |
| Acostambo | 772.3 | 3597 | 12.37 |
| Carhuacayán | 976.1 | 4129 | 11.20 |
| Huancalpi | 1007.1 | 4437 | 12.54 |
| Huayao | 698.3 | 3346 | 12.04 |
| Ingenio | 696.4 | 3418 | 11.88 |
| Jauja | 661.9 | 3360 | 11.79 |
| Lircay | 811.0 | 3518 | 12.97 |
| Salcabamba | 702.5 | 3234 | 12.20 |
| Santa Ana | 715.2 | 3304 | 12.00 |
| Viques | 669.8 | 3149 | 12.16 |
| Yantac | 874.4 | 4670 | 11.33 |
| Ricrán | 747.6 | 3677 | 11.54 |
| Choclococha | 1202.0 | 5068 | 13.10 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

De la regresión lineal múltiple, se obtuvo la siguiente ecuación con un coeficiente de correlación $R=0.89$.

$$Pp = -760.71105 + (0.24193 * H) + (54.44479 * Lat)$$

Donde:

Pp = Precipitación

H = Altitud

Lat = Latitud

A partir de dicha ecuación, se han calculado las precipitaciones anuales corregidas, observándose que el error varía desde -12.8% hasta 13.1%, es decir un margen de error mínimo (Ver Tabla 42).

Tabla 42. Cálculo de la precipitación anual generada a partir de la regresión múltiple

| Estaciones | Precipitación Anual (mm) | Altitud (m.s.n.m.) | Latitud (°) | Pp Corregida (mm) | Error |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|--------------|
| Acobamba | 685.9 | 3241 | 12.85 | 723.17 | -5.4% |
| Acostambo | 772.3 | 3597 | 12.37 | 782.78 | -1.4% |
| Carhuacayán | 976.1 | 4129 | 11.20 | 848.01 | 13.1% |
| Huancalpi | 1007.1 | 4437 | 12.54 | 995.59 | 1.1% |
| Huayao | 698.3 | 3346 | 12.04 | 704.21 | -0.9% |
| Ingenio | 696.4 | 3418 | 11.88 | 713.05 | -2.4% |
| Jauja | 661.9 | 3360 | 11.79 | 693.89 | -4.8% |
| Lircay | 811.0 | 3518 | 12.97 | 796.37 | 1.8% |
| Salcabamba | 702.5 | 3234 | 12.20 | 685.89 | 2.4% |
| Santa Ana | 715.2 | 3304 | 12.00 | 692.19 | 3.2% |
| Viques | 669.8 | 3149 | 12.16 | 663.34 | 1.0% |
| Yantac | 874.4 | 4670 | 11.33 | 986.16 | -12.8% |
| Ricrán | 747.6 | 3677 | 11.54 | 757.28 | -1.3% |
| Choclococha | 1202.0 | 5068 | 13.10 | 1178.63 | 1.9% |

Fuente: Elaboración propia

A partir de la ecuación de regresión múltiple hallada, se realizó el siguiente procedimiento, para determinar la precipitación media de la subcuenca, utilizando el programa Arc Gis 10.4.:

- Se calculó la latitud de cada una de las estaciones ficticias, creadas anteriormente en el método de isoyetas mediante “Calculate geometry”.

- Se calculó una nueva precipitación para este método, de cada estación ficticia utilizando la ecuación de regresión múltiple mediante “Field calculator”.
- Se generaron nuevas isoyetas de la subcuenca para este método, mediante una herramienta de interpolación de Arc Gis denominada “Spline”.

Para el cálculo de la precipitación media de la subcuenca, se han utilizado las áreas parciales entre estas nueva isoyetas (Ver Tabla 43).

Tabla 43. Cálculo de la precipitación media mediante regresión múltiple

| Rango de Pp (mm) | | Pp media (°C) | Área (km ²) | A*Pp |
|--|------|---------------|-------------------------|-----------|
| 600 | 700 | 650 | 22.39 | 14553.38 |
| 700 | 800 | 750 | 20.54 | 15405.38 |
| 800 | 900 | 850 | 37.83 | 32151.53 |
| 900 | 1000 | 950 | 84.22 | 80004.72 |
| 1000 | 1100 | 1050 | 52.54 | 55168.70 |
| 1100 | 1200 | 1150 | 10.05 | 11562.17 |
| Total | | | 227.57 | 208845.87 |
| Pp media de la Subcuenca Shullcas | | | 917.73 | |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se realizó el siguiente cálculo:

$$Pp_m = \frac{\sum(A * Pp)}{\sum(At)}$$

Donde:

Pp_m = Precipitación media de la subcuenca

A = Área parcial

Pp = Precipitación media por rango

At = Área total

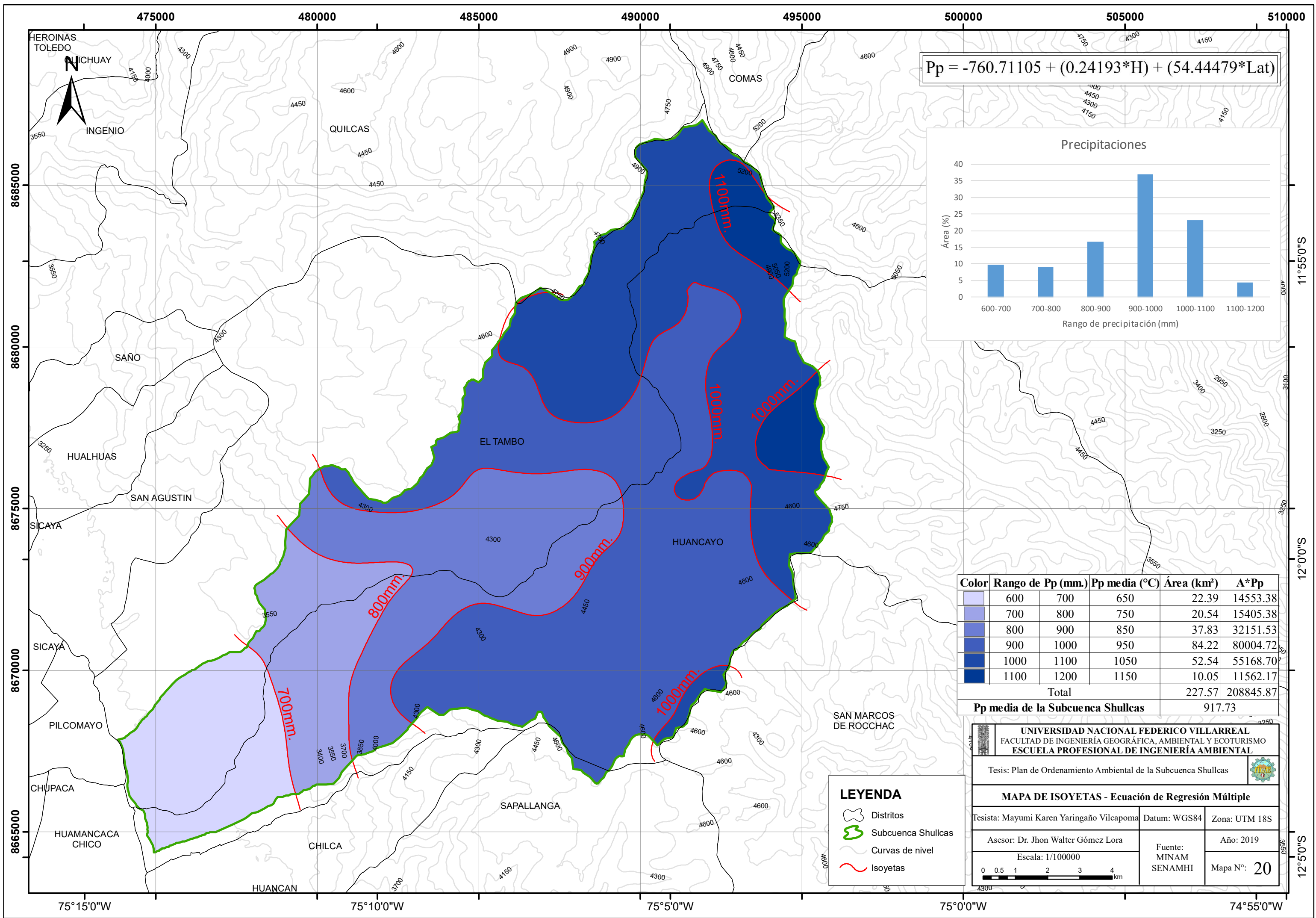
Resultando:

$$Pp_M = \frac{208845.87}{227.57}$$

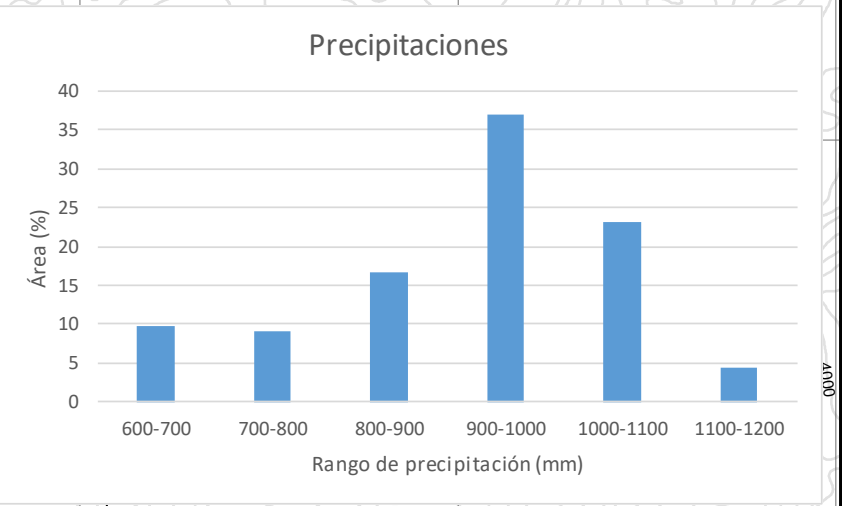
$$Pp_M = 917.73 \text{ mm}$$

El mapa de isoyetas de acuerdo a la ecuación de regresión múltiple se presenta a continuación

(Ver Mapa 20):



$$Pp = -760.71105 + (0.24193 * H) + (54.44479 * Lat)$$



| Color | Rango de Pp (mm.) | Pp media (°C) | Área (km²) | A*Pp |
|-----------------------------------|-------------------|---------------|------------|-----------|
| Lightest Blue | 600 - 700 | 650 | 22.39 | 14553.38 |
| Light Blue | 700 - 800 | 750 | 20.54 | 15405.38 |
| Medium-Light Blue | 800 - 900 | 850 | 37.83 | 32151.53 |
| Medium Blue | 900 - 1000 | 950 | 84.22 | 80004.72 |
| Dark Blue | 1000 - 1100 | 1050 | 52.54 | 55168.70 |
| Darkest Blue | 1100 - 1200 | 1150 | 10.05 | 11562.17 |
| Total | | | 227.57 | 208845.87 |
| Pp media de la Subcuenca Shullcas | | | 917.73 | |

LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas
- Curvas de nivel
- Isoyetas

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE ISOYETAS - Ecuación de Regresión Múltiple

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: MINAM SENAMHI Año: 2019

Escala: 1/100000 Mapa N°: 20

- **Variación de la precipitación por rangos de altitud**

Se ha realizado un procedimiento para visualizar el comportamiento de la precipitación por cada rango de altitud. Para ello, se han utilizado las isoyetas generadas en el método de correlación múltiple (Ver Tabla 44 y Figura 30).

Se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$Pp_m = \frac{Ap_1 * (Y_1) + Ap_2 * (Y_2) + \dots}{Ap_1 + Ap_2 + \dots}$$

Donde:

Pp_m = Precipitación media por rangos de altitud

Y_N = Promedio entre isoyetas y se calcula de la siguiente manera: $Y_N = \frac{Pp_1 + Pp_2}{2}$

Pp_N = Precipitación de la isoyeta

Ap_N = Área parcial

Tabla 44. Cálculo de precipitaciones por rango de altitud

| Rango de altitud (m.s.n.m.) | Isoyetas por rango de altitud (mm) | Promedio de isoyetas (mm) | Áreas parciales (km ²) | Y*Ap | Área total por rango de altitud (km ²) | Precipitación media por rangos de altitud |
|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|----------|--|---|
| | | Y | | α | B | α/B |
| 3100-3250 | 600-700 | 650 | 6.58 | 4277.20 | 6.58 | 650.00 |
| 3250-3400 | 600-700 | 650 | 15.81 | 14704.98 | 21.71 | 677.19 |
| | 700-800 | 750 | 5.91 | | | |
| 3400-3550 | 700-800 | 750 | 7.63 | 5741.46 | 7.65 | 750.25 |
| | 800-900 | 850 | 0.02 | | | |
| 3550-3700 | 700-800 | 750 | 5.45 | 5583.77 | 7.21 | 774.38 |
| | 800-900 | 850 | 1.76 | | | |
| 3700-3850 | 700-800 | 750 | 1.55 | 7085.28 | 8.52 | 831.98 |
| | 800-900 | 850 | 6.95 | | | |
| | 900-1000 | 950 | 0.01 | | | |
| 3850-4000 | 700-800 | 750 | 0.00 | 10188.20 | 11.89 | 857.16 |
| | 800-900 | 850 | 11.03 | | | |
| | 900-1000 | 950 | 0.85 | | | |
| 4000-4150 | 800-900 | 850 | 10.90 | 15891.32 | 17.88 | 889.01 |
| | 900-1000 | 950 | 6.97 | | | |
| 4150-4300 | 800-900 | 850 | 6.01 | 23779.25 | 25.60 | 928.74 |
| | 900-1000 | 950 | 19.02 | | | |
| | 1000-1100 | 1050 | 0.57 | | | |
| 4300-4450 | 800-900 | 850 | 1.15 | 31812.06 | 33.02 | 963.50 |
| | 900-1000 | 950 | 27.21 | | | |
| | 1000-1100 | 1050 | 3.71 | | | |
| | 1100-1200 | 1150 | 0.95 | | | |
| 4450-4600 | 900-1000 | 950 | 27.41 | 48151.22 | 48.19 | 999.26 |
| | 1000-1100 | 1050 | 17.82 | | | |
| | 1100-1200 | 1150 | 2.96 | | | |
| 4600-4750 | 900-1000 | 950 | 2.70 | 27271.01 | 26.09 | 1045.19 |
| | 1000-1100 | 1050 | 21.94 | | | |
| | 1100-1200 | 1150 | 1.45 | | | |
| 4750-4900 | 900-1000 | 950 | 0.03 | 6779.22 | 6.39 | 1060.82 |
| | 1000-1100 | 1050 | 5.64 | | | |
| | 1100-1200 | 1150 | 0.72 | | | |
| 4900-5050 | 1000-1100 | 1050 | 1.89 | 3038.97 | 2.81 | 1082.58 |
| | 1100-1200 | 1150 | 0.91 | | | |
| 5050-5200 | 1000-1100 | 1050 | 0.76 | 2527.65 | 2.26 | 1116.56 |
| | 1100-1200 | 1150 | 1.51 | | | |
| 5200-5350 | 1000-1100 | 1050 | 0.19 | 1635.03 | 1.44 | 1136.58 |
| | 1100-1200 | 1150 | 1.25 | | | |
| 5350-5500 | 1000-1100 | 1050 | 0.02 | 379.23 | 0.33 | 1144.23 |
| | 1100-1200 | 1150 | 0.31 | | | |

Fuente: Elaboración propia

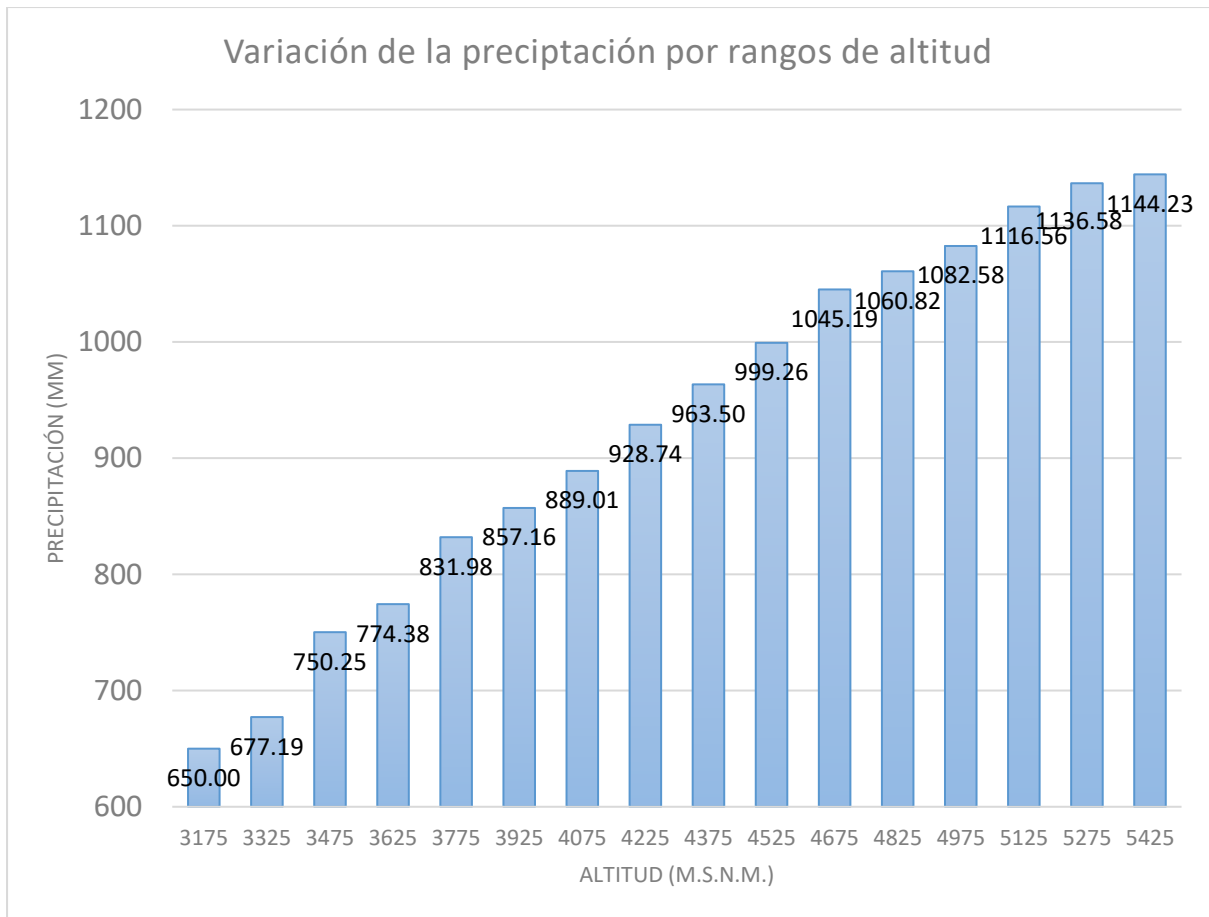
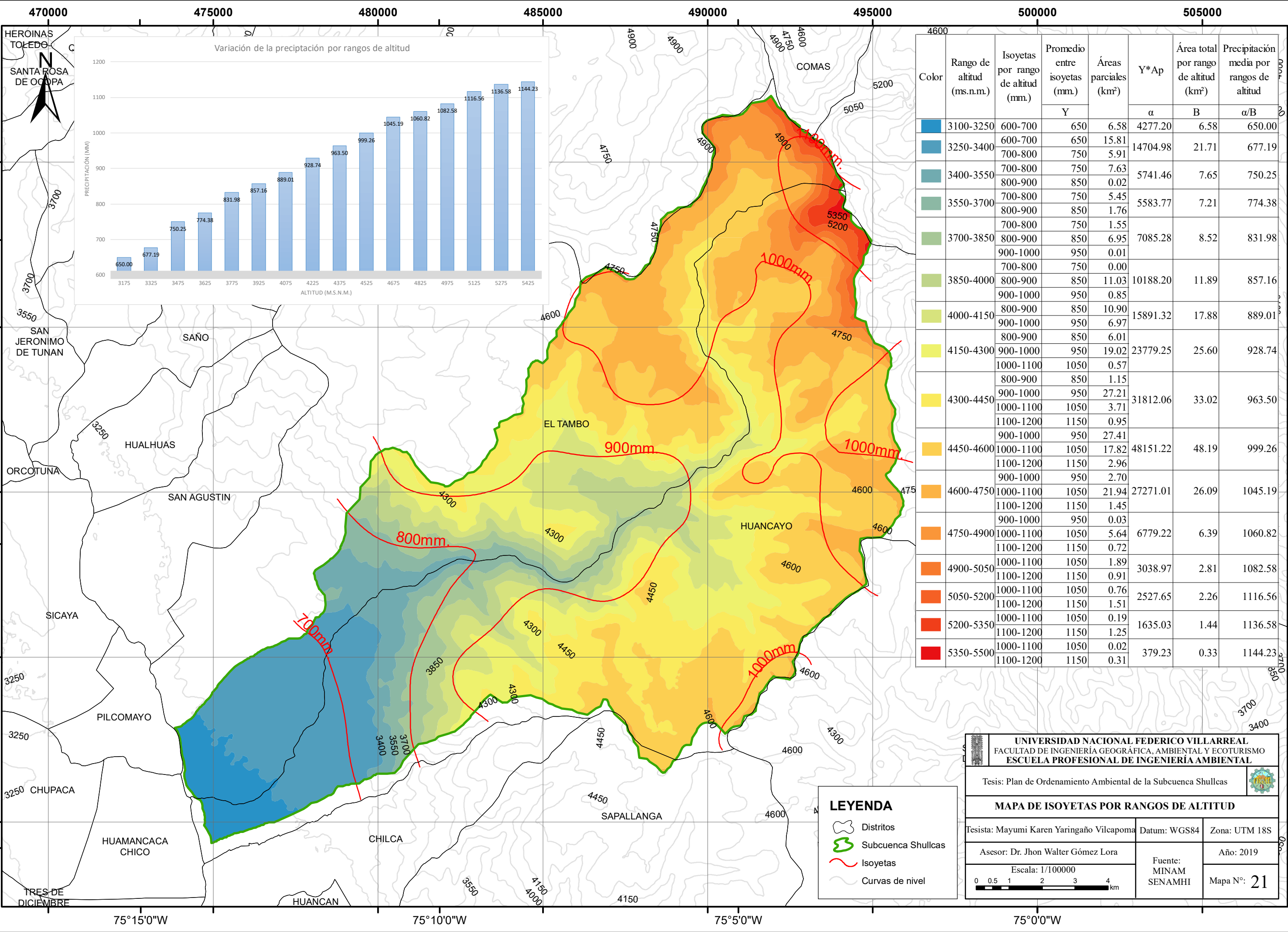


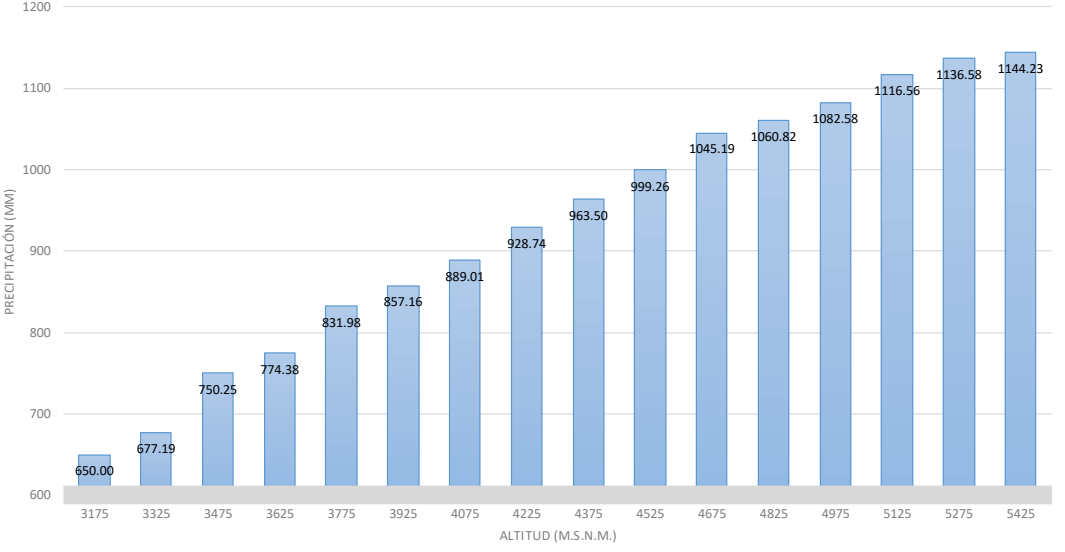
Figura 30. Variación de la precipitación por rangos de altitud

Fuente: Elaboración propia

El mapa de isoyetas de acuerdo a los rangos de altitud se presenta a continuación (Ver Mapa 21):



Variación de la precipitación por rangos de altitud



| Color | Rango de altitud (ms.n.m.) | Isoyetas por rango de altitud (mm.) | Promedio entre isoyetas (mm.) | | Áreas parciales (km²) | Y*Ap | | Precipitación media por rangos de altitud |
|-----------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------|-----------------------|-------|---------|---|
| | | | Y | α | | B | α/B | |
| [Blue] | 3100-3250 | 600-700 | 650 | 6.58 | 4277.20 | 6.58 | 650.00 | |
| | | 700-800 | 650 | 15.81 | 14704.98 | 21.71 | 677.19 | |
| [Light Blue] | 3250-3400 | 700-800 | 750 | 5.91 | 5741.46 | 7.65 | 750.25 | |
| | | 800-900 | 750 | 0.02 | 5583.77 | 7.21 | 774.38 | |
| [Light Green] | 3400-3550 | 700-800 | 750 | 1.55 | 7085.28 | 8.52 | 831.98 | |
| | | 800-900 | 850 | 0.01 | 10188.20 | 11.89 | 857.16 | |
| [Green] | 3550-3700 | 700-800 | 750 | 0.00 | 15891.32 | 17.88 | 889.01 | |
| | | 800-900 | 850 | 6.95 | 23779.25 | 25.60 | 928.74 | |
| [Light Yellow] | 3700-3850 | 700-800 | 750 | 0.57 | 31812.06 | 33.02 | 963.50 | |
| | | 800-900 | 850 | 0.85 | 48151.22 | 48.19 | 999.26 | |
| [Yellow] | 3850-4000 | 700-800 | 750 | 1.15 | 27271.01 | 26.09 | 1045.19 | |
| | | 800-900 | 850 | 1.03 | 6779.22 | 6.39 | 1060.82 | |
| [Light Orange] | 4000-4150 | 700-800 | 750 | 0.95 | 3038.97 | 2.81 | 1082.58 | |
| | | 800-900 | 850 | 0.95 | 2527.65 | 2.26 | 1116.56 | |
| [Yellow-Orange] | 4150-4300 | 700-800 | 750 | 27.21 | 1635.03 | 1.44 | 1136.58 | |
| | | 800-900 | 850 | 3.71 | 379.23 | 0.33 | 1144.23 | |
| [Orange] | 4300-4450 | 700-800 | 750 | 0.95 | | | | |
| | | 800-900 | 850 | 27.41 | | | | |
| [Light Red] | 4450-4600 | 700-800 | 750 | 2.96 | | | | |
| | | 800-900 | 850 | 2.70 | | | | |
| [Red-Orange] | 4600-4750 | 700-800 | 750 | 21.94 | | | | |
| | | 800-900 | 850 | 1.45 | | | | |
| [Red] | 4750-4900 | 700-800 | 750 | 0.03 | | | | |
| | | 800-900 | 850 | 5.64 | | | | |
| [Dark Red] | 4900-5050 | 700-800 | 750 | 0.72 | | | | |
| | | 800-900 | 850 | 1.89 | | | | |
| [Dark Orange] | 5050-5200 | 700-800 | 750 | 0.91 | | | | |
| | | 800-900 | 850 | 0.76 | | | | |
| [Red-Orange] | 5200-5350 | 700-800 | 750 | 0.19 | | | | |
| | | 800-900 | 850 | 1.51 | | | | |
| [Dark Red] | 5350-5500 | 700-800 | 750 | 0.02 | | | | |
| | | 800-900 | 850 | 1.25 | | | | |

LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas
- Isoyetas
- Curvas de nivel

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE ISOYETAS POR RANGOS DE ALTITUD

Tesisista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: MINAM SENAMHI Año: 2019

Escala: 1/100000

0 0.5 1 2 3 4 km

Mapa N°: 21

○ **Ecuación representativa de la precipitación**

Para ello, se utilizaron las precipitaciones generadas por el método de correlación múltiple y la generación de precipitaciones por rangos de altitud, ya que están incluyen intrínsecamente a la latitud, las cuales se presentan a continuación (Ver Tabla 45):

Tabla 45. Precipitaciones por rangos de altitudes generadas por el método de correlación múltiple

| Rango de altitud (m.s.n.m.) | Altitud media (m.s.n.m.) | Precipitación (mm) |
|--|-------------------------------------|-------------------------------|
| 3100 - 3250 | 3175 | 650.00 |
| 3250 - 3400 | 3325 | 677.19 |
| 3400 - 3550 | 3475 | 750.25 |
| 3550 - 3700 | 3625 | 774.38 |
| 3700 - 3850 | 3775 | 831.98 |
| 3850 - 4000 | 3925 | 857.16 |
| 4000 - 4150 | 4075 | 889.01 |
| 4150 - 4300 | 4225 | 928.74 |
| 4300 - 4450 | 4375 | 963.50 |
| 4450 - 4600 | 4525 | 999.26 |
| 4600 - 4750 | 4675 | 1045.19 |
| 4750 - 4900 | 4825 | 1060.82 |
| 4900 - 5050 | 4975 | 1082.58 |
| 5050 - 5200 | 5125 | 1116.56 |
| 5200 - 5350 | 5275 | 1136.58 |
| 5350 - 5500 | 5425 | 1144.23 |

Fuente: Elaboración propia

A partir de la tabla anterior, se ha correlacionado la altura con la precipitación, dándonos como resultado una ecuación de tipo logarítmica (Ver Figura 31), la cual es:

$$Pp = 961.04 * \ln(H) - 7096$$

Donde:

Pp = Precipitación (mm)

H = Altitud (m.s.n.m.)

Esta presenta un coeficiente de correlación $R=0.9954$

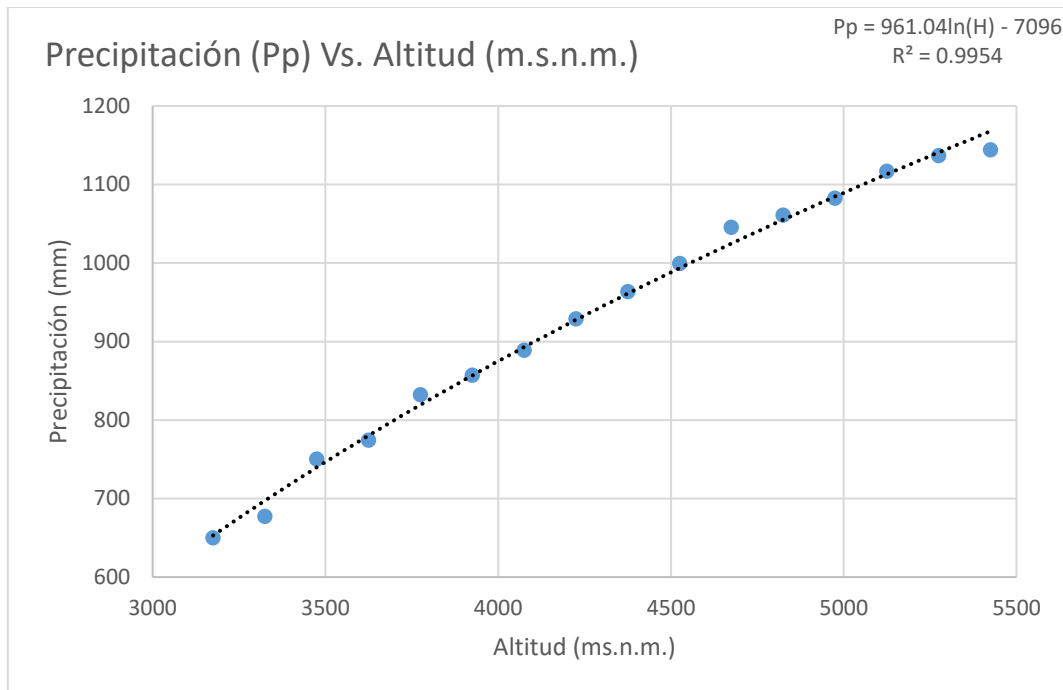


Figura 31. Correlación Precipitación Vs. Altitud – Ecuación representativa

Fuente: Elaboración propia

A partir de la ecuación logarítmica resultante, se han calculado las precipitaciones anuales corregidas, observándose que el error varía desde -2.97% hasta 1.95%, demostrándose así que esta ecuación es representativa (Ver Tabla 46).

Tabla 46. Cálculo de la precipitación generada a partir de la ecuación logarítmica

| Rango de altitud (m.s.n.m.) | Altitud media (m.s.n.m.) | Precipitación (mm) | Pp generada (mm) | Error |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------|------------------|--------|
| 3100 - 3250 | 3175 | 650.00 | 652.93 | -0.45% |
| 3250 - 3400 | 3325 | 677.19 | 697.29 | -2.97% |
| 3400 - 3550 | 3475 | 750.25 | 739.70 | 1.41% |
| 3550 - 3700 | 3625 | 774.38 | 780.31 | -0.77% |
| 3700 - 3850 | 3775 | 831.98 | 819.28 | 1.53% |
| 3850 - 4000 | 3925 | 857.16 | 856.72 | 0.05% |
| 4000 - 4150 | 4075 | 889.01 | 892.77 | -0.42% |
| 4150 - 4300 | 4225 | 928.74 | 927.51 | 0.13% |
| 4300 - 4450 | 4375 | 963.50 | 961.03 | 0.26% |
| 4450 - 4600 | 4525 | 999.26 | 993.43 | 0.58% |
| 4600 - 4750 | 4675 | 1045.19 | 1024.77 | 1.95% |

| Rango de altitud (m.s.n.m.) | Altitud media (m.s.n.m.) | Precipitación (mm) | Pp generada (mm) | Error |
|--|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------|
| 4750 - 4900 | 4825 | 1060.82 | 1055.12 | 0.54% |
| 4900 - 5050 | 4975 | 1082.58 | 1084.55 | -0.18% |
| 5050 - 5200 | 5125 | 1116.56 | 1113.09 | 0.31% |
| 5200 - 5350 | 5275 | 1136.58 | 1140.82 | -0.37% |
| 5350 - 5500 | 5425 | 1144.23 | 1167.76 | -2.06% |

Fuente: Elaboración propia

○ **Precipitación representativa de la Subcuenca**

En resumen, para el cálculo de la precipitación media de la subcuenca, se han utilizado datos de precipitación de las estaciones: Acobamba, Acostambo, Carhuacayán, Choclococha, Huancalpi, Huayao, Ingenio, Jauja, Lircay, Ricrán, Salcabamba, Santa Ana, Viques y Yantac.

La precipitación media ha sido calculada por 3 métodos, los cuales son: Método regional, Método de isoyetas y el Método de correlación múltiple (Precipitación, Altitud, Latitud); para así determinar la precipitación más representativa de la subcuenca, obteniendo como resultados (Ver Tabla 47):

Tabla 47. Resultados de los 3 métodos para precipitación

| Métodos | Precipitación (mm) |
|----------------------|---------------------------|
| Regionalización | 912.27 |
| Isoyetas | 922.71 |
| Correlación múltiple | 917.73 |
| Promedio | 917.57 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se observa que las precipitaciones medias calculadas, son similares, es por ello que en esta investigación se ha considerado como precipitación representativa de la subcuenca al promedio de entre

los tres métodos realizados, el cual es 917.57 mm

4.1.2.10.3. Análisis de caudales

○ Caudal por regionalización hídrica

Para calcular el caudal medio anual de la Subcuenca Shullcas, se ha utilizado el método de regionalización hídrica. Para este método se procedió a correlacionar los caudales con las áreas de cada cuenca, para así elegir la ecuación con el coeficiente de correlación R cercano a 1 (Ver Tabla 48).

Tabla 48. Áreas de las cuencas de recepción y caudales de las estaciones

| Cuenca | Estación | Área (km ²) | Caudal (m ³ /s) |
|---------|----------------|-------------------------|----------------------------|
| Chillón | Pariacancha | 122 | 2.67 |
| Mantaro | Río Pallanga | 137 | 2.18 |
| Mantaro | Huaron | 262 | 4.20 |
| Mantaro | Carhuacayán | 484 | 7.50 |
| Mantaro | Pachacayo | 722 | 9.64 |
| Mantaro | Cochas Túnel | 487 | 6.66 |
| Mantaro | Pomacocha | 166 | 2.35 |
| Mantaro | Huascacocha | 71 | 0.27 |
| Mantaro | Marcopomacocha | 147 | 2.13 |
| Mantaro | Canchayoc | 144 | 1.80 |
| Mantaro | Corpacancha | 300 | 5.16 |

Fuente: (Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, 2010)

De la correlación Caudal vs Área, se obtuvo una ecuación de tipo polinómica (Ver Figura 32), resultando:

$$Q = -0.00001A^2 + 0.0211A - 0.6802$$

Donde:

Q = Caudal medio anual (m³/s)

A = Área de cuenca (km²)

Esta presenta un coeficiente de correlación $R=0.98$

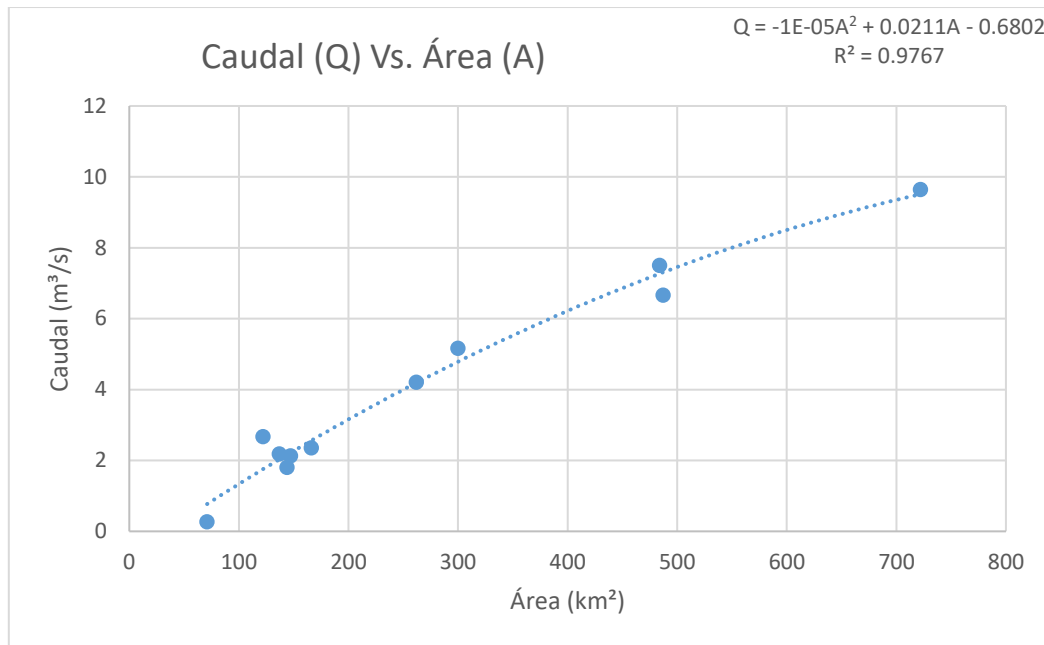


Figura 32. Correlación Caudal Vs. Área

Fuente: Elaboración propia

A partir de la ecuación polinómica resultante, se ha calculado el caudal medio anual de la Subcuenca Shullcas, utilizando el área total de la subcuenca calculada anteriormente, la cual es 227.57 km^2 .

$$Q = -0.00001A^2 + 0.0211A - 0.6802$$

$$Q = -0.00001 * 227.57^2 + 0.0211 * 227.57 - 0.6802$$

$$Q = 3.60 \text{ m}^3/\text{s}$$

Asimismo, cabe resaltar que el caudal de la subcuenca expresado en litros por segundo es:

$$3603.65 \text{ l/s} * \text{km}^2$$

Este caudal representa un rendimiento hídrico de $15.84 \text{ l/s} * \text{km}^2$

- **Análisis de la disponibilidad hídrica**

Análisis de la disponibilidad hídrica anual

Para ello, se utilizó la información hidrométrica recopilada de la estación Shullcas, ya que se encuentra de la Subcuenca Shullcas, y además presenta la mayor cantidad de datos. A ésta le corresponde un área de cuenca de recepción de 183 km², es decir un 80.41% de la Subcuenca Shullcas.

Es ahí donde se observa que el mayor valor es el de 5.16 m³/s que corresponde al año más húmedo (2001), a su vez, se observa que el menor valor es el de 1.72 m³/s que corresponde al año más seco (1992). Se visualiza también que el valor promedio es de 3.16 m³/s que corresponde a los años del 1985 al 2009.

En la tabla siguiente, se observa detalladamente los caudales mensuales en m³/s de la estación Shullcas (Ver Tabla 49).

Tabla 49. Registro de caudales mensuales (m³/s) de la estación Shullcas

| Año | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Promedio |
|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|----------|
| 1985 | 1.29 | 1.23 | 2.51 | 5.1 | 6.33 | 9.03 | 9.13 | 4.38 | 2.5 | 1.66 | 1.25 | 1.04 | 3.79 |
| 1986 | 1.14 | 1.05 | 1.12 | 3.96 | 7.7 | 10.59 | 10.52 | 9.04 | 4.59 | 2.46 | 1.44 | 1.27 | 4.57 |
| 1987 | 1.17 | 1.33 | 2.87 | 4.21 | 8.35 | 5.65 | 4.38 | 3.02 | 1.85 | 1.27 | 1.26 | 1.2 | 3.05 |
| 1988 | 1.36 | 1.14 | 1 | 1.7 | 10.6 | 7.7 | 5.21 | 6.8 | 2.41 | 1.54 | 1.57 | 1.45 | 3.54 |
| 1989 | 0.99 | 1.27 | 1.58 | 1.56 | 5.01 | 14.02 | 5.29 | 3.87 | 2.46 | 1.67 | 1.1 | 1.04 | 3.32 |
| 1990 | 0.92 | 1.86 | 4.67 | 3.04 | 4.61 | 2.09 | 1.89 | 1.89 | 1.3 | 1.29 | 1.16 | 1.03 | 2.15 |
| 1991 | 1.23 | 1.25 | 1.92 | 1.86 | 4.12 | 2.05 | 4.29 | 2.2 | 1.57 | 1.09 | 1.01 | 1.12 | 1.98 |
| 1992 | 1.08 | 1.05 | 1 | 1.06 | 1.92 | 3.12 | 2.56 | 4.06 | 1.39 | 1.19 | 1.14 | 1.12 | 1.72 |
| 1993 | 1.24 | 1.33 | 2.31 | 6.15 | 3.17 | 3.18 | 3.56 | 3.25 | 2.68 | 1.63 | 1.34 | 1.24 | 2.59 |
| 1994 | 1.1 | 1.3 | 1.23 | 2.04 | 6.46 | 12.49 | 10.25 | 8.07 | 3.34 | 1.6 | 1.4 | 1.24 | 4.21 |
| 1995 | 2.18 | 2.26 | 1.61 | 2.33 | 3.36 | 6.97 | 7.85 | 3.68 | 2.36 | 2.43 | 2.35 | 2 | 3.28 |
| 1996 | 1.33 | 1.4 | 1.49 | 2.49 | 4.04 | 11.42 | 6.29 | 4.67 | 2.12 | 1.71 | 1.52 | 1.43 | 3.33 |
| 1997 | 1.42 | 1.3 | 2.26 | 6.39 | 5.75 | 6.62 | 6.8 | 2.63 | 1.42 | 1.16 | 1.59 | 1.52 | 3.24 |
| 1998 | 1.21 | 1.39 | 2.97 | 4.04 | 7.34 | 12.34 | 7.77 | 4.43 | 1.69 | 1.11 | 1.06 | 0.96 | 3.86 |
| 1999 | 1.54 | 2.12 | 1.29 | 2.77 | 5.12 | 11.45 | 9.56 | 4.41 | 1.9 | 1.96 | 1.84 | 1.58 | 3.80 |
| 2000 | 1.1 | 1.26 | 1.19 | 1.85 | 6.78 | 17.83 | 13.43 | 5.25 | 1.5 | 1.2 | 0.89 | 0.81 | 4.42 |
| 2001 | 1.28 | 1.42 | 1.81 | 4.07 | 13.59 | 16.97 | 11.12 | 5.97 | 1.8 | 1.35 | 1.33 | 1.22 | 5.16 |
| 2002 | 1.33 | 1.63 | 2.34 | 4.14 | 1.75 | 8.3 | 9.87 | 6.11 | 1.9 | 1.36 | 1.12 | 1.1 | 3.41 |
| 2003 | 1.03 | 1.04 | 1.2 | 2.42 | 3.97 | 8.55 | 10.19 | 6.74 | 2.7 | 1.42 | 1.28 | 1.15 | 3.47 |

| Año | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Promedio |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| 2004 | 1.23 | 1.23 | 1.89 | 5.14 | 3.14 | 6.92 | 4.53 | 2.54 | 1.97 | 1.76 | 1.4 | 1.08 | 2.74 |
| 2005 | 0.97 | 1.66 | 1.55 | 2.73 | 2.96 | 3.19 | 4.77 | 2 | 1.43 | 1.13 | 0.96 | 1.05 | 2.03 |
| 2006 | 1.17 | 1.26 | 1.76 | 3.21 | 6.39 | 6.77 | 3.46 | 3.6 | 1.65 | 1.5 | 1.25 | 1.2 | 2.77 |
| 2007 | 1.15 | 1.19 | 1.75 | 2.41 | 5.29 | 3.67 | 5.08 | 2.99 | 1.71 | 1.24 | 1.34 | 1.2 | 2.42 |
| 2008 | 1.03 | 1.13 | 1.17 | 1.36 | 6.93 | 5.03 | 4.06 | 1.67 | 1.07 | 0.97 | 1.04 | 1.04 | 2.21 |
| 2009 | 1.15 | 1.21 | 1.93 | 2.64 | 1.43 | 4.9 | 3.69 | 2.43 | 1.26 | 1.16 | 1.12 | 1.1 | 2.00 |
| Prom | 1.23 | 1.37 | 1.86 | 3.15 | 5.44 | 8.03 | 6.62 | 4.23 | 2.02 | 1.47 | 1.31 | 1.21 | 3.16 |

Fuente: (Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, 2010)

A partir de la información hidrométrica existente y aplicando la ecuación de Weibull, se determinaron las frecuencias respectivas para cada uno de los registros de caudales medios anuales para la Subcuenca Shullcas, de la siguiente manera (Ver Tabla 50):

Tabla 50. Cálculo de disponibilidad hídrica anual

| Cantidad de datos | Caudal anual | | Caudal ordenado de mayor a menor (l/s) | Porcentaje de frecuencia |
|-------------------|-------------------|---------|--|--------------------------|
| | m ³ /s | l/s | | |
| n | | | l/s | Fr(%) = n/(nT+1)*100 |
| 1 | 3.79 | 3787.50 | 5160.83 | 3.70 |
| 2 | 4.57 | 4573.33 | 4573.33 | 7.41 |
| 3 | 3.05 | 3046.67 | 4424.17 | 11.11 |
| 4 | 3.54 | 3540.00 | 4210.00 | 14.81 |
| 5 | 3.32 | 3321.67 | 3859.17 | 18.52 |
| 6 | 2.15 | 2145.83 | 3795.00 | 22.22 |
| 7 | 1.98 | 1975.83 | 3787.50 | 25.93 |
| 8 | 1.72 | 1724.17 | 3540.00 | 29.63 |
| 9 | 2.59 | 2590.00 | 3474.17 | 33.33 |
| 10 | 4.21 | 4210.00 | 3412.50 | 37.04 |
| 11 | 3.28 | 3281.67 | 3325.83 | 40.74 |
| 12 | 3.33 | 3325.83 | 3321.67 | 44.44 |
| 13 | 3.24 | 3238.33 | 3281.67 | 48.15 |
| 14 | 3.86 | 3859.17 | 3238.33 | 51.85 |
| 15 | 3.80 | 3795.00 | 3046.67 | 55.56 |
| 16 | 4.42 | 4424.17 | 2768.33 | 59.26 |
| 17 | 5.16 | 5160.83 | 2735.83 | 62.96 |
| 18 | 3.41 | 3412.50 | 2590.00 | 66.67 |
| 19 | 3.47 | 3474.17 | 2418.33 | 70.37 |
| 20 | 2.74 | 2735.83 | 2208.33 | 74.07 |
| 21 | 2.03 | 2033.33 | 2145.83 | 77.78 |

| Cantidad de datos | Caudal anual | | Caudal ordenado de mayor a menor (l/s) | Porcentaje de frecuencia |
|-------------------|--------------|---------|--|--------------------------|
| 22 | 2.77 | 2768.33 | 2033.33 | 81.48 |
| 23 | 2.42 | 2418.33 | 2001.67 | 85.19 |
| 24 | 2.21 | 2208.33 | 1975.83 | 88.89 |
| 25 | 2.00 | 2001.67 | 1724.17 | 92.59 |

Fuente: Elaboración propia

Después se procedió a establecer una correlación entre el caudal ordenado y los porcentajes de frecuencias, obteniéndose así la curva de disponibilidad hídrica (Ver Figura 33), resultando la siguiente ecuación de tipo exponencial:

de tipo polinómica, resultando:

$$Q_M = 5075.6e^{-0.01Fr}$$

Donde:

Q_M = Caudal medio anual (l/s)

Fr = Frecuencia (%)

Esta presenta un coeficiente de correlación $R=0.97$

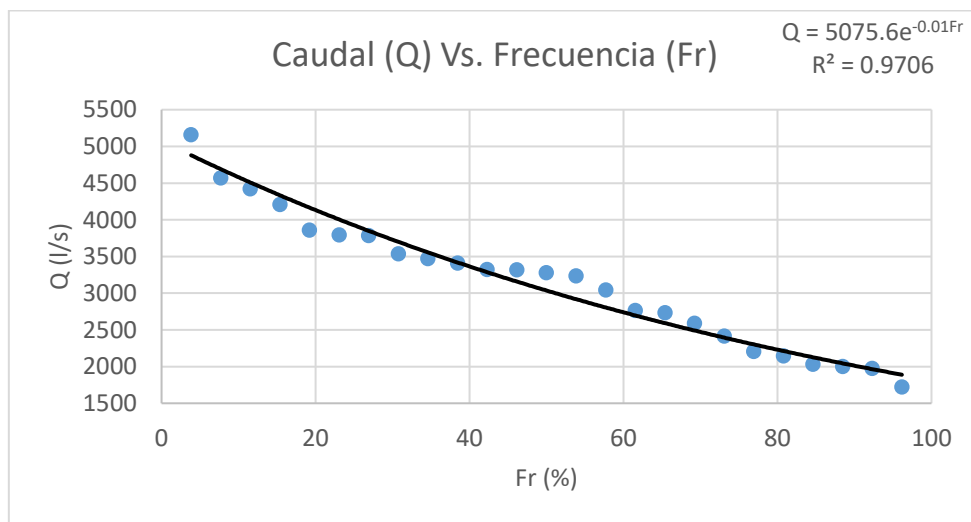


Figura 33. Curva de disponibilidad hídrica anual

Fuente: Elaboración propia

A partir de la ecuación exponencial resultante, se han calculado los caudales medios anuales corregidos a diferentes porcentajes de frecuencias (Ver Tabla 51).

Tabla 51. Caudales medios anuales a diferentes porcentajes de disponibilidad

| Frecuencia (%) | Disponibilidad (l/s) |
|-----------------------|-----------------------------|
| 50 | 3078.51 |
| 60 | 2785.55 |
| 75 | 2397.54 |
| 85 | 2169.39 |
| 90 | 2063.58 |
| 95 | 1962.94 |
| 99 | 1885.97 |

Fuente: Elaboración propia

Luego se escogieron de entre todos los caudales medios anuales, aquellos caudales parecidos a cada disponibilidad resultante, tal como se muestra en la siguiente tabla (Ver Tabla 52):

Tabla 52. Años representativos según los caudales anuales a diferentes porcentajes de disponibilidad

| Frecuencia (%) | Año | Q (l/s) | Q promedio (l/s) | Disponibilidad (l/s) |
|-----------------------|------------|----------------|-------------------------|-----------------------------|
| 50 | 1987 | 3046.67 | 3046.67 | 3078.51 |
| 60 | 2006 | 2768.33 | 2768.33 | 2785.55 |
| 75 | 2007 | 2418.33 | 2313.33 | 2397.54 |
| | 2008 | 2208.33 | | |
| 85 | 1990 | 2145.83 | 2145.83 | 2169.39 |
| 90 | 2005 | 2033.33 | 2033.33 | 2063.58 |
| 95 | 1991 | 1975.83 | 1975.83 | 1962.94 |
| 99 | 1991 | 1975.83 | 1850.00 | 1885.97 |
| | 1992 | 1724.17 | | |

Fuente: Elaboración propia

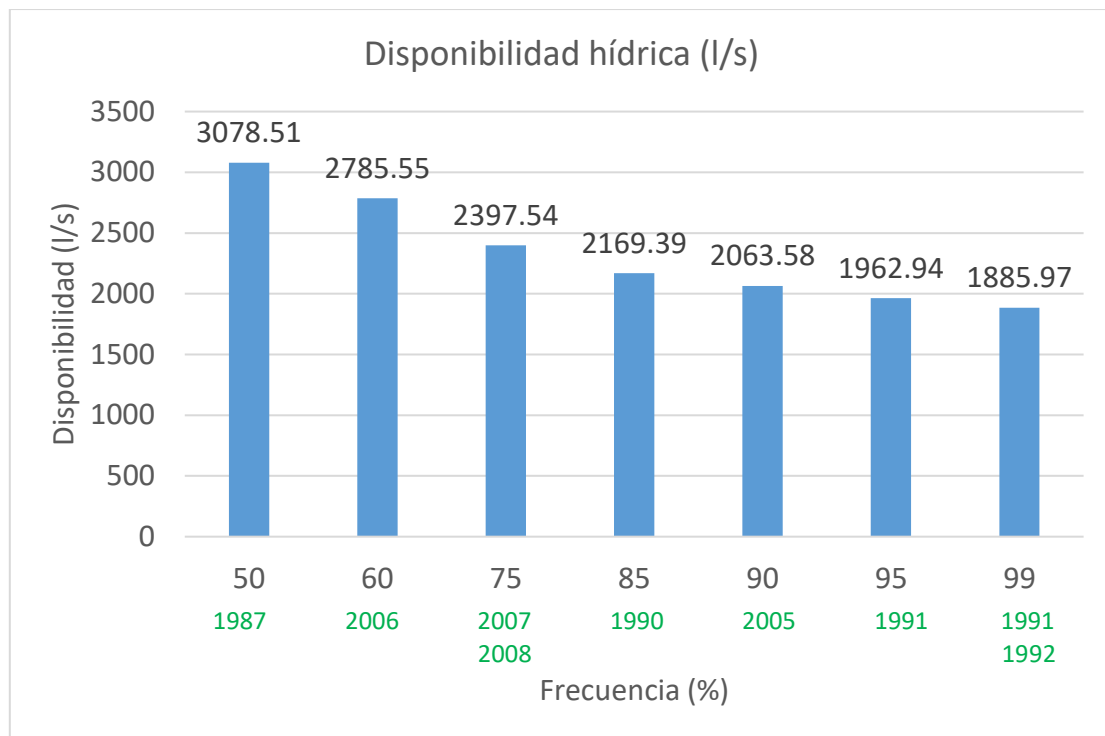


Figura 34. Disponibilidad hídrica anual a diferentes porcentajes de frecuencias

Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior se observa que al 99% se tiene un caudal de 1885.97 l/s o 1.89 m³/s, el cual se presentó en los años 1991 y 1992, a su vez, que al 85% se tiene un caudal de 2169.39 l/s o 2.17 m³/s, el cual se presentó en el año 1990, y también que al 50% se tiene un caudal de 3078.51 l/s o 3.08 m³/s, presentándose en el año 1987 (Ver Figura 34).

Análisis de la disponibilidad hídrica mensual

Para ello, se calcularon las ecuaciones de curvas de disponibilidad de cada mes, de la misma manera que se hizo con el caudal medio anual, es decir con el método Weibull, correlacionando los caudales medios mensuales con las frecuencias.

En las siguientes figuras se presentan las curvas de duración cada mes del año (Ver Figura 35, Figura 36, Figura 37, Figura 38, Figura 39, Figura 40, Figura 41, Figura 42, Figura 43, Figura 44, Figura 45 y Figura 46).

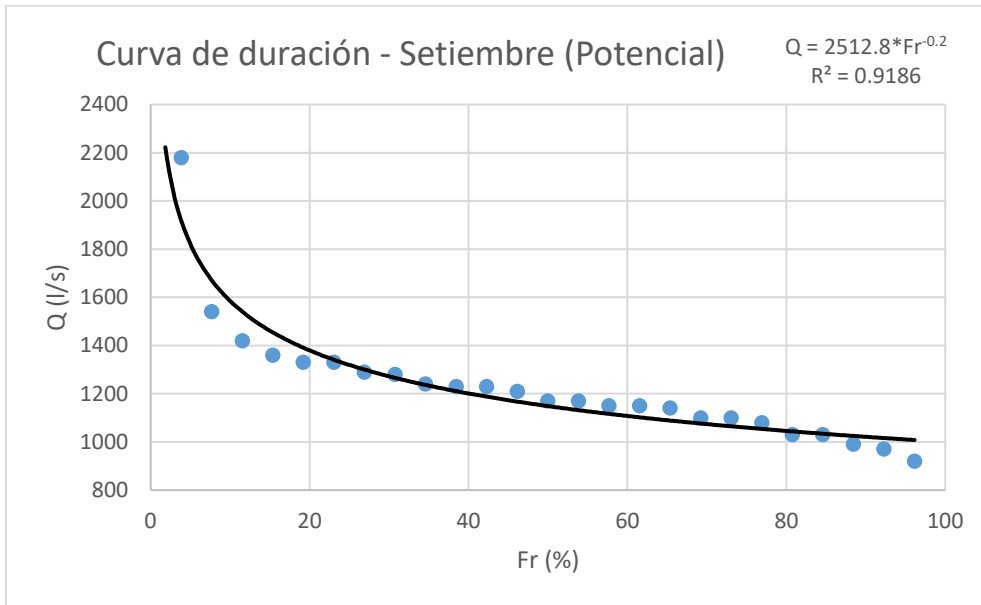


Figura 35. Curva de duración de setiembre

Fuente: Elaboración propia

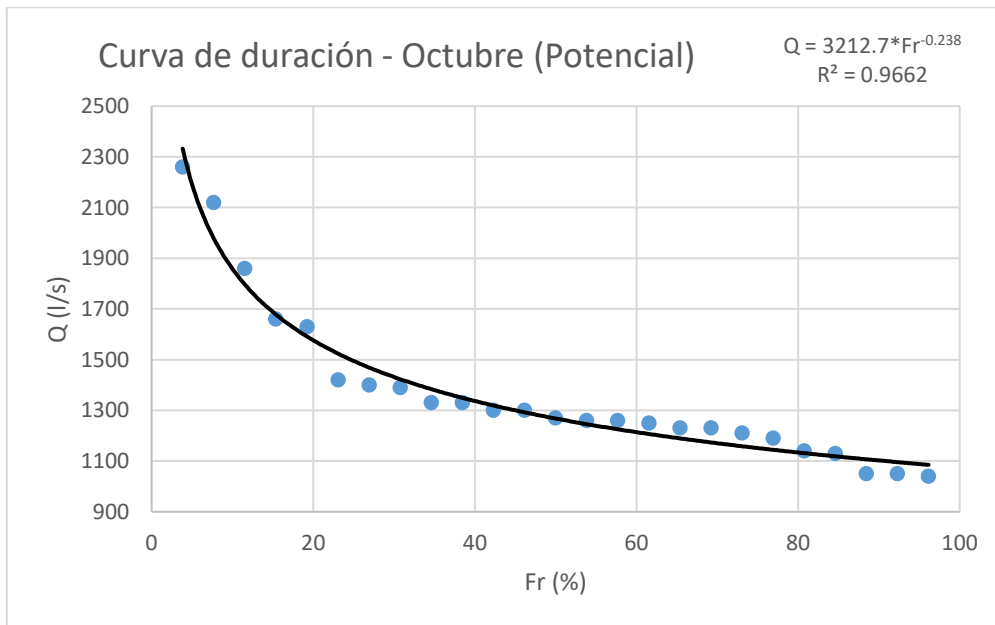


Figura 36. Curva de duración de octubre

Fuente: Elaboración propia

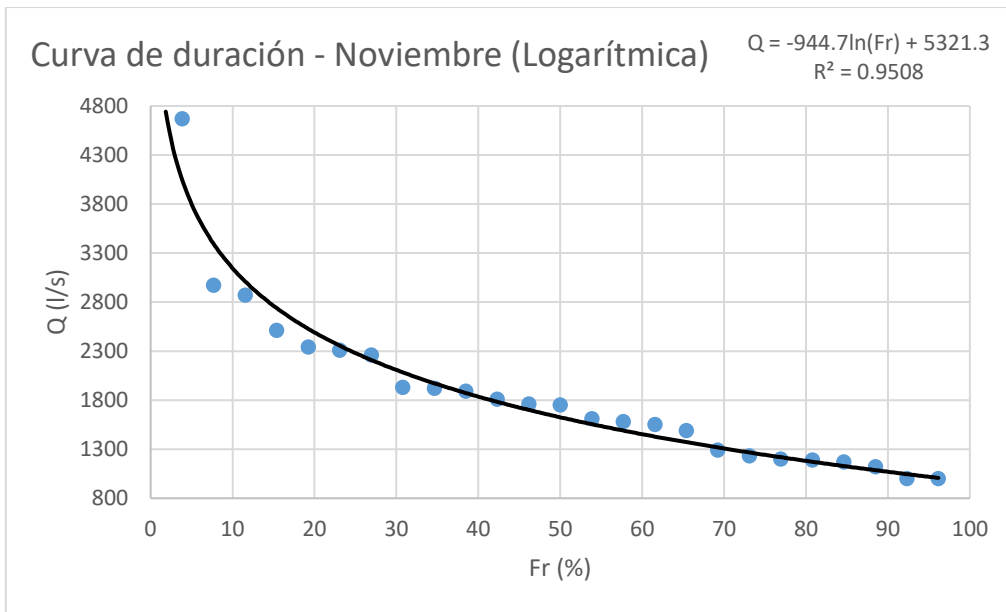


Figura 37. Curva de duración de noviembre

Fuente: Elaboración propia

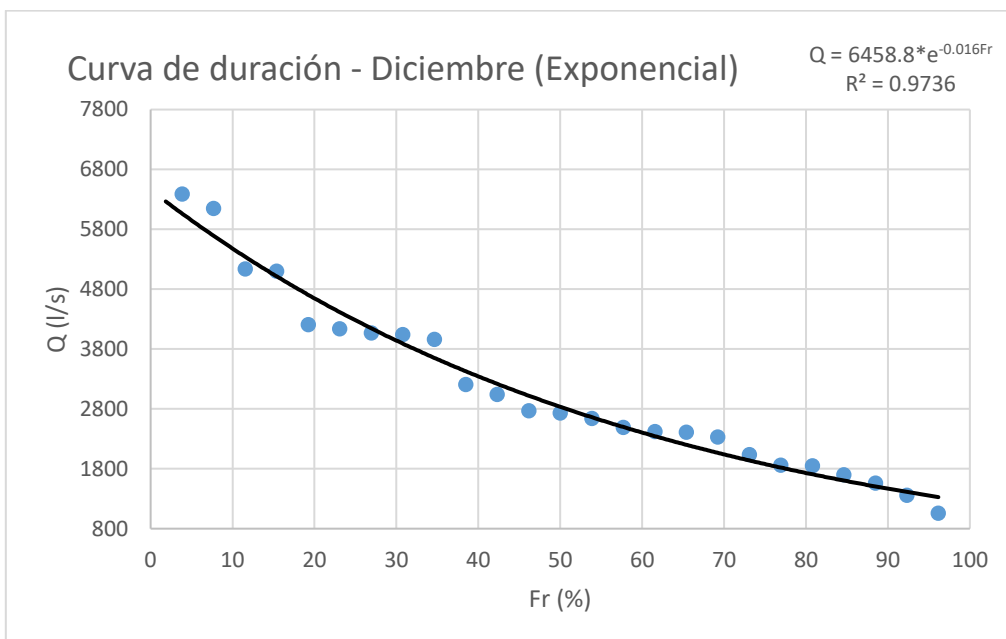


Figura 38. Curva de duración de diciembre

Fuente: Elaboración propia

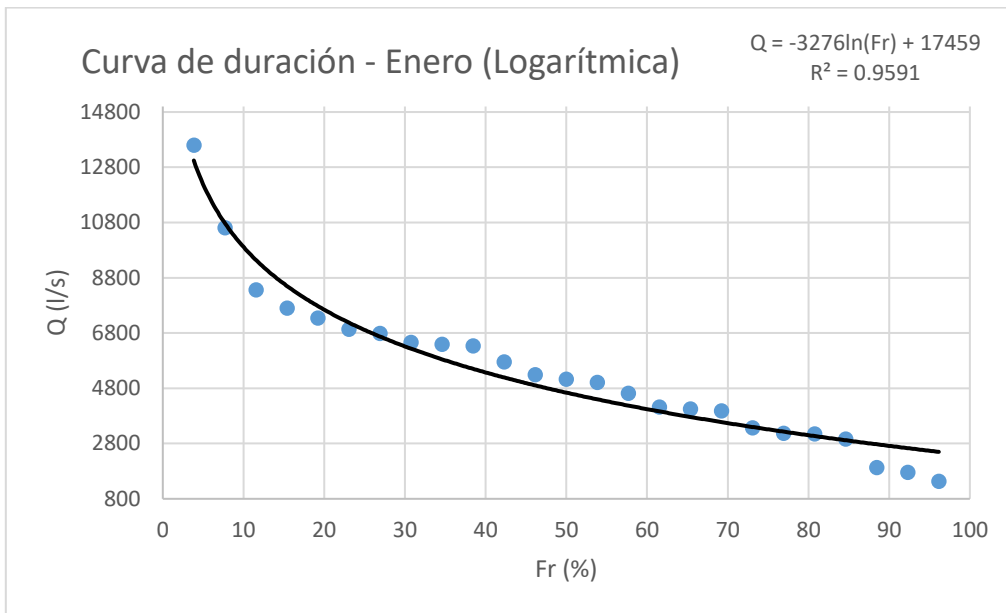


Figura 39. Curva de duración de enero

Fuente: Elaboración propia

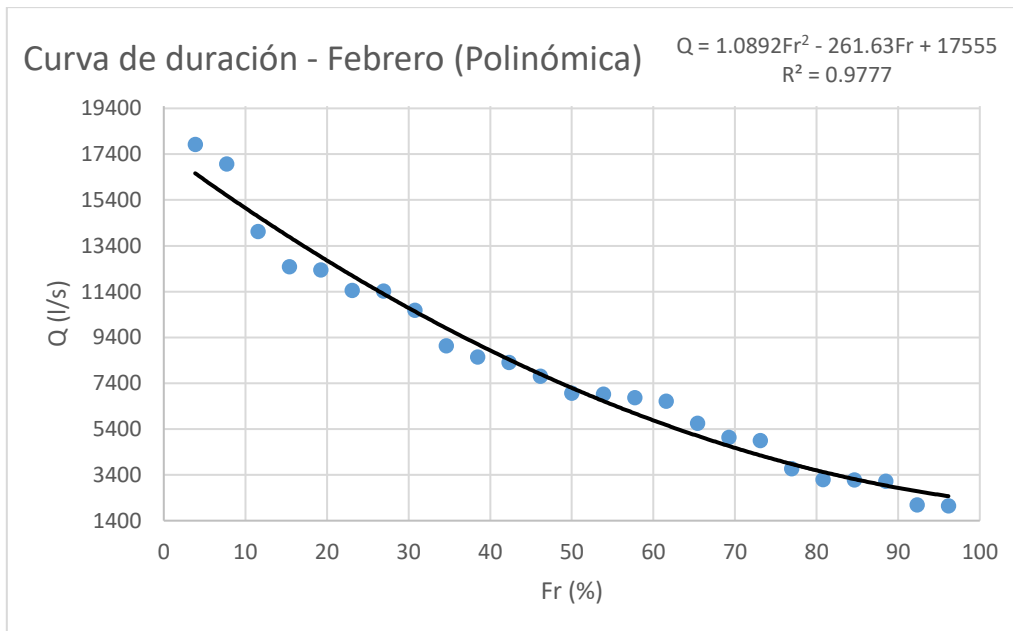


Figura 40. Curva de duración de febrero

Fuente: Elaboración propia

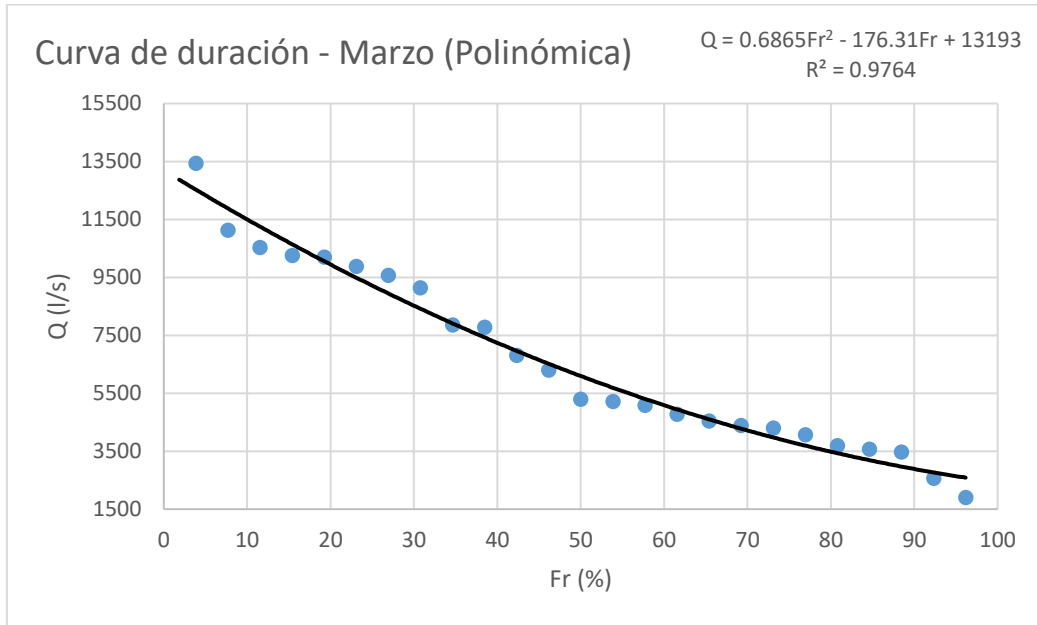


Figura 41. Curva de duración de marzo

Fuente: Elaboración propia

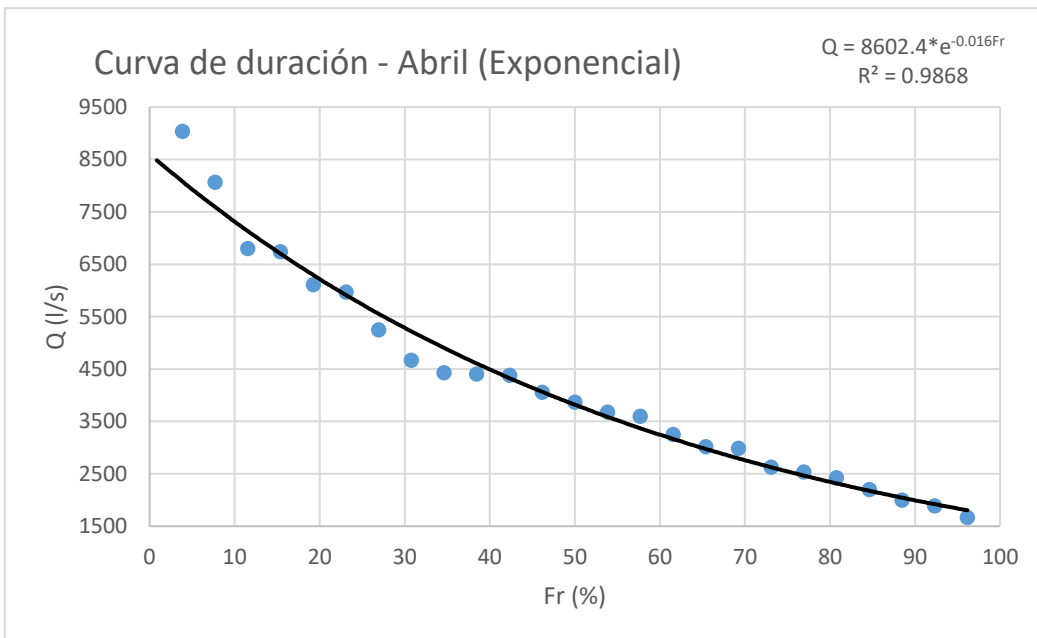


Figura 42. Curva de duración de abril

Fuente: Elaboración propia

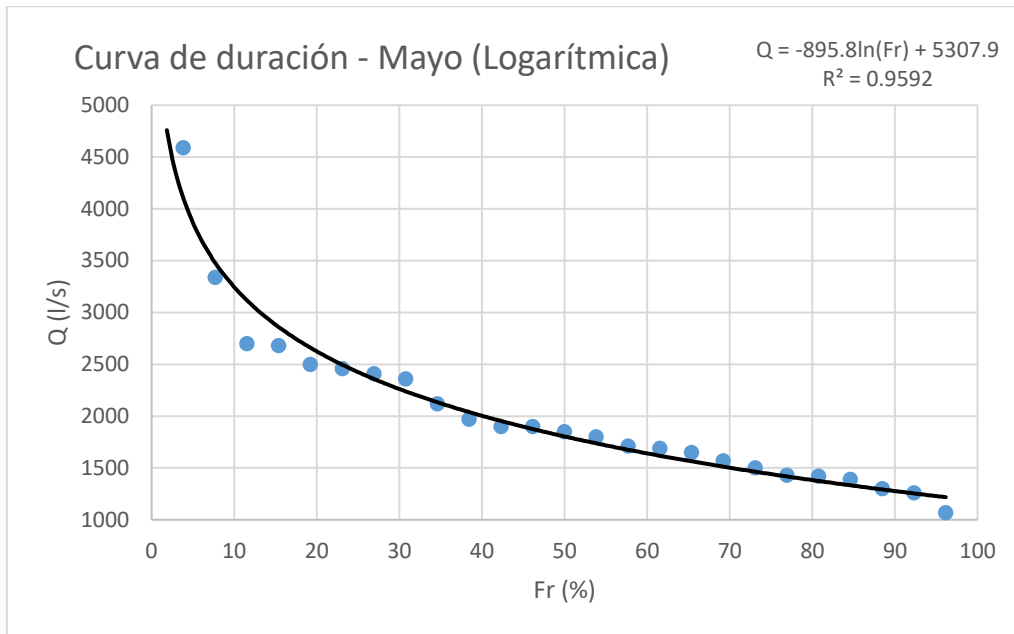


Figura 43. Curva de duración de mayo

Fuente: Elaboración propia

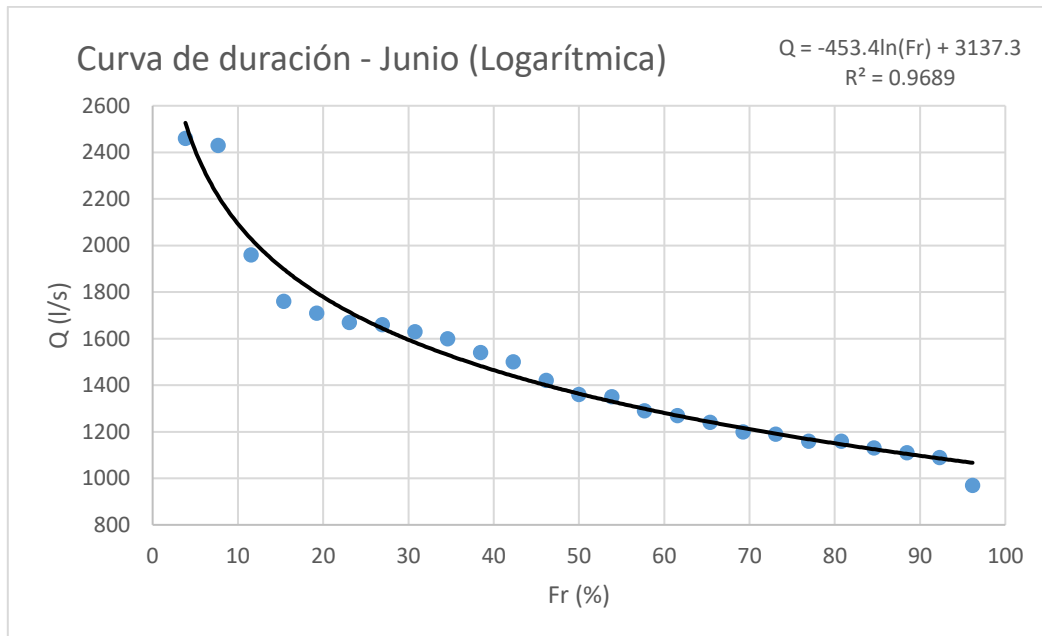


Figura 44. Curva de duración de junio

Fuente: Elaboración propia

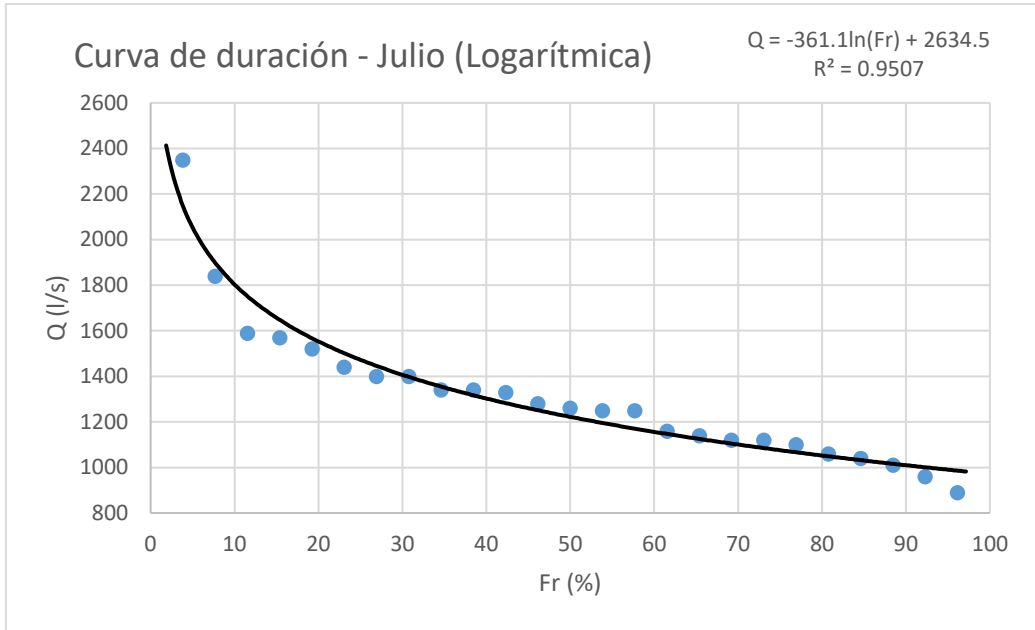


Figura 45. Curva de duración de julio

Fuente: Elaboración propia

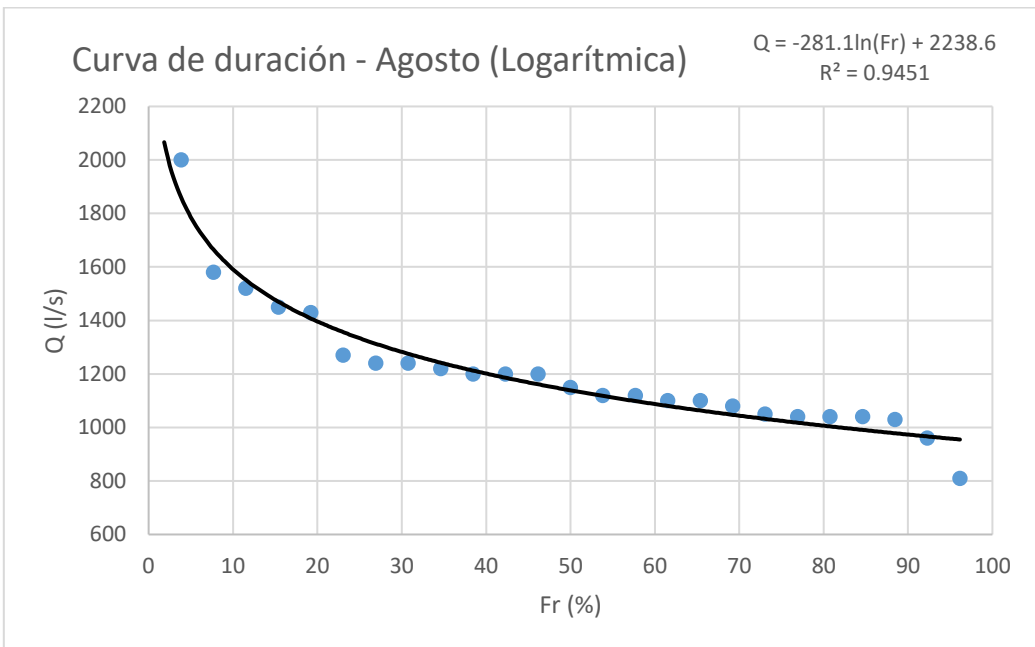


Figura 46. Curva de duración de agosto

Fuente: Elaboración propia

En resumen, se obtiene la siguiente tabla (Ver Tabla 53):

Tabla 53. Ecuaciones generadas de las curvas de duración mensual

| Mes | Ecuación de Q (l/s) | Tipo | R² |
|------------------|---|-------------|----------------------|
| Setiembre | $Q = 2512.8*(Fr)^{-0.2}$ | Potencial | 0.9186 |
| Octubre | $Q = 3212.7*(Fr)^{-0.238}$ | Potencial | 0.9662 |
| Noviembre | $Q = -944.7\ln(Fr) + 5321.3$ | Logarítmica | 0.9508 |
| Diciembre | $Q = 6458.8*e^{-0.016(Fr)}$ | Exponencial | 0.9736 |
| Enero | $Q = -3276\ln(Fr) + 17459$ | Logarítmica | 0.9591 |
| Febrero | $Q = 1.0892(Fr)^2 - 261.63(Fr) + 17555$ | Polinómica | 0.9777 |
| Marzo | $Q = 0.6865(Fr)^2 - 176.31(Fr) + 13193$ | Polinómica | 0.9764 |
| Abril | $Q = 8602.4*e^{-0.016(Fr)}$ | Exponencial | 0.9868 |
| Mayo | $Q = -895.8\ln(Fr) + 5307.9$ | Logarítmica | 0.9592 |
| Junio | $Q = -453.4\ln(Fr) + 3137.3$ | Logarítmica | 0.9689 |
| Julio | $Q = -361.1\ln(Fr) + 2634.5$ | Logarítmica | 0.9507 |
| Agosto | $Q = -281.1\ln(Fr) + 2238.6$ | Logarítmica | 0.9451 |

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta las ecuaciones anteriores, se calcula los caudales generados a diferentes porcentajes de frecuencia (Ver Tabla 54 y Tabla 55).

Tabla 54. Resumen de caudales generados a diferentes persistencias (l/s)

| Fr (%) | Caudales Mensuales Generados (l/s) | | | | | | | | | | | | Q Anual Generado (l/s) |
|--------|------------------------------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------------|
| | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | |
| 5 | 1821.23 | 2190.36 | 3800.86 | 5962.22 | 12186.48 | 16274.08 | 12328.61 | 7941.02 | 3866.17 | 2407.58 | 2053.33 | 1786.19 | 6051.51 |
| 10 | 1585.47 | 1857.25 | 3146.05 | 5503.83 | 9915.73 | 15047.62 | 11498.55 | 7330.48 | 3245.24 | 2093.31 | 1803.04 | 1591.34 | 5384.83 |
| 20 | 1380.23 | 1574.80 | 2491.23 | 4690.05 | 7644.98 | 12758.08 | 9941.40 | 6246.62 | 2624.32 | 1779.03 | 1552.74 | 1396.50 | 4506.67 |
| 30 | 1272.72 | 1429.93 | 2108.19 | 3996.60 | 6316.68 | 10686.38 | 8521.55 | 5323.02 | 2261.11 | 1595.20 | 1406.33 | 1282.52 | 3850.02 |
| 40 | 1201.56 | 1335.30 | 1836.42 | 3405.68 | 5374.23 | 8832.52 | 7239.00 | 4535.98 | 2003.40 | 1464.76 | 1302.45 | 1201.66 | 3311.08 |
| 50 | 1149.12 | 1266.24 | 1625.61 | 2902.13 | 4643.21 | 7196.50 | 6093.75 | 3865.31 | 1803.51 | 1363.59 | 1221.87 | 1138.93 | 2855.81 |
| 60 | 1107.97 | 1212.47 | 1453.37 | 2473.03 | 4045.93 | 5778.32 | 5085.80 | 3293.80 | 1640.19 | 1280.92 | 1156.03 | 1087.68 | 2467.96 |
| 70 | 1074.33 | 1168.79 | 1307.75 | 2107.38 | 3540.93 | 4577.98 | 4215.15 | 2806.79 | 1502.10 | 1211.03 | 1100.37 | 1044.35 | 2138.08 |
| 75 | 1059.61 | 1149.76 | 1242.57 | 1945.35 | 3314.91 | 4059.50 | 3831.31 | 2590.99 | 1440.29 | 1179.75 | 1075.46 | 1024.95 | 1992.87 |
| 80 | 1046.02 | 1132.23 | 1181.60 | 1795.79 | 3103.48 | 3595.48 | 3481.80 | 2391.79 | 1382.48 | 1150.49 | 1052.15 | 1006.81 | 1860.01 |
| 85 | 1033.41 | 1116.01 | 1124.33 | 1657.72 | 2904.87 | 3185.92 | 3166.61 | 2207.90 | 1328.17 | 1123.00 | 1030.26 | 989.77 | 1739.00 |
| 90 | 1021.67 | 1100.93 | 1070.33 | 1530.27 | 2717.62 | 2830.82 | 2885.75 | 2038.15 | 1276.97 | 1097.09 | 1009.62 | 973.70 | 1629.41 |
| 95 | 1010.68 | 1086.86 | 1019.25 | 1412.62 | 2540.50 | 2530.18 | 2639.21 | 1881.45 | 1228.54 | 1072.57 | 990.10 | 958.51 | 1530.87 |
| 99 | 1002.38 | 1076.24 | 980.29 | 1325.04 | 2405.39 | 2328.88 | 2466.70 | 1764.81 | 1191.59 | 1053.87 | 975.20 | 946.91 | 1459.77 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. Caudales generados a diferentes persistencias (m³/s)

| Fr (%) | Caudales Mensuales Generados (m ³ /s) | | | | | | | | | | | | Q Anual Generado (m ³ /s) |
|--------|--|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|
| | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | |
| 5 | 1.82 | 2.19 | 3.80 | 5.96 | 12.19 | 16.27 | 12.33 | 7.94 | 3.87 | 2.41 | 2.05 | 1.79 | 6.05 |
| 10 | 1.59 | 1.86 | 3.15 | 5.50 | 9.92 | 15.05 | 11.50 | 7.33 | 3.25 | 2.09 | 1.80 | 1.59 | 5.38 |
| 20 | 13.80 | 15.75 | 24.91 | 46.90 | 76.45 | 127.58 | 99.41 | 62.47 | 26.24 | 17.79 | 15.53 | 13.96 | 45.07 |
| 30 | 1.27 | 1.43 | 2.11 | 4.00 | 6.32 | 10.69 | 8.52 | 5.32 | 2.26 | 1.60 | 1.41 | 1.28 | 3.85 |
| 40 | 1.20 | 1.34 | 1.84 | 3.41 | 5.37 | 8.83 | 7.24 | 4.54 | 2.00 | 1.46 | 1.30 | 1.20 | 3.31 |
| 50 | 1.15 | 1.27 | 1.63 | 2.90 | 4.64 | 7.20 | 6.09 | 3.87 | 1.80 | 1.36 | 1.22 | 1.14 | 2.86 |
| 60 | 1.11 | 1.21 | 1.45 | 2.47 | 4.05 | 5.78 | 5.09 | 3.29 | 1.64 | 1.28 | 1.16 | 1.09 | 2.47 |
| 70 | 1.07 | 1.17 | 1.31 | 2.11 | 3.54 | 4.58 | 4.22 | 2.81 | 1.50 | 1.21 | 1.10 | 1.04 | 2.14 |
| 75 | 1.06 | 1.15 | 1.24 | 1.95 | 3.31 | 4.06 | 3.83 | 2.59 | 1.44 | 1.18 | 1.08 | 1.02 | 1.99 |
| 80 | 1.05 | 1.13 | 1.18 | 1.80 | 3.10 | 3.60 | 3.48 | 2.39 | 1.38 | 1.15 | 1.05 | 1.01 | 1.86 |
| 85 | 1.03 | 1.12 | 1.12 | 1.66 | 2.90 | 3.19 | 3.17 | 2.21 | 1.33 | 1.12 | 1.03 | 0.99 | 1.74 |
| 90 | 1.02 | 1.10 | 1.07 | 1.53 | 2.72 | 2.83 | 2.89 | 2.04 | 1.28 | 1.10 | 1.01 | 0.97 | 1.63 |
| 95 | 1.01 | 1.09 | 1.02 | 1.41 | 2.54 | 2.53 | 2.64 | 1.88 | 1.23 | 1.07 | 0.99 | 0.96 | 1.53 |
| 99 | 1.00 | 1.08 | 0.98 | 1.33 | 2.41 | 2.33 | 2.47 | 1.76 | 1.19 | 1.05 | 0.98 | 0.95 | 1.46 |

Fuente: Elaboración propia

○ **Distribución de caudales**

De la tabla anterior, se ha recopilado los caudales a diferentes persistencias, las cuales son al 10%, 50%, 75% y 99% (Ver Tabla 56).

Tabla 56. Distribución de caudales (m³/s) a diferentes persistencias

| Fr (%) | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago |
|----------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 10 | 1.59 | 1.86 | 3.15 | 5.50 | 9.92 | 15.05 | 11.50 | 7.33 | 3.25 | 2.09 | 1.80 | 1.59 |
| 50 | 1.15 | 1.27 | 1.63 | 2.90 | 4.64 | 7.20 | 6.09 | 3.87 | 1.80 | 1.36 | 1.22 | 1.14 |
| 75 | 1.06 | 1.15 | 1.24 | 1.95 | 3.31 | 4.06 | 3.83 | 2.59 | 1.44 | 1.18 | 1.08 | 1.02 |
| 99 | 1.00 | 1.08 | 0.98 | 1.33 | 2.41 | 2.33 | 2.47 | 1.76 | 1.19 | 1.05 | 0.98 | 0.95 |
| Promedio | 1.20 | 1.34 | 1.75 | 2.92 | 5.07 | 7.16 | 5.97 | 3.89 | 1.92 | 1.42 | 1.27 | 1.18 |

Fuente: Elaboración propia

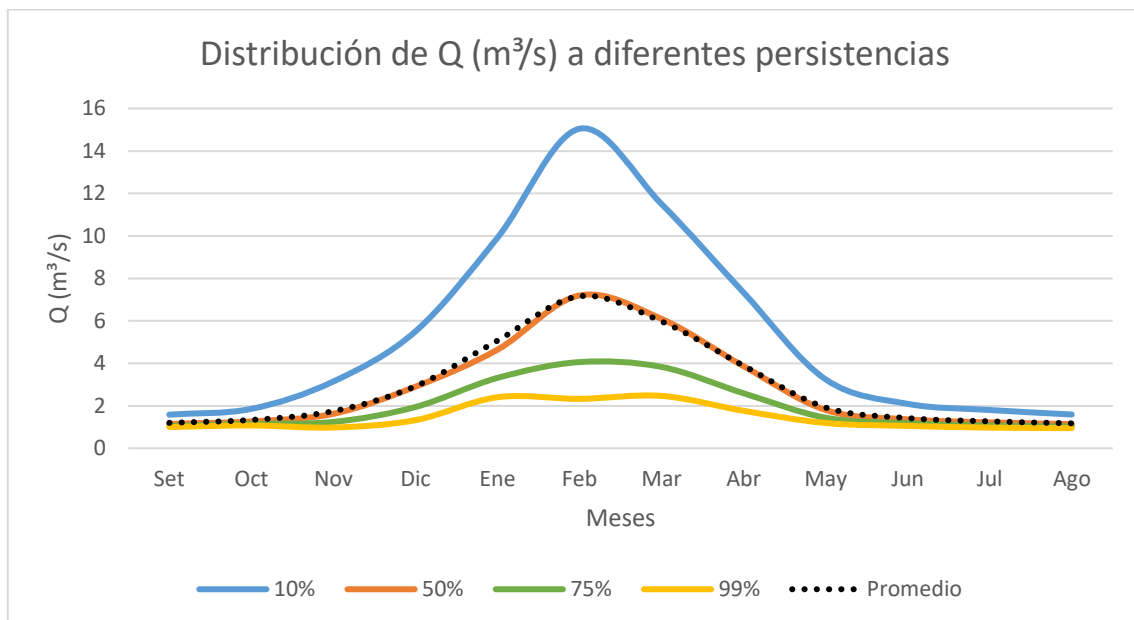


Figura 47. Distribución de caudales a diferentes persistencias

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura anterior, se recomiendan como valores representativos para el planeamiento del recurso hídrico a los caudales al 50% de persistencia, por ser parecidos a los caudales promedios (Ver Figura 47).

○ **Caracterización de los años hidrológicos**

De la información de caudales en el periodo de 1985 al 2009, se distinguen 5 años hidrológicos con promedios anuales similares al promedio de caudales anuales, el cual es 3.16 m³/s. equivalente a 3162.1 l/s, los cuales son 1987, 1995, 1996, 1997 y 2006 (Ver Tabla 57 y Figura 48).

Tabla 57. Caudales característicos (m³/s) de años hidrológicos medios

| Año | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Prom |
|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1987 | 1.17 | 1.33 | 2.87 | 4.21 | 8.35 | 5.65 | 4.38 | 3.02 | 1.85 | 1.27 | 1.26 | 1.2 | 3.05 |
| 1995 | 2.18 | 2.26 | 1.61 | 2.33 | 3.36 | 6.97 | 7.85 | 3.68 | 2.36 | 2.43 | 2.35 | 2 | 3.28 |
| 1996 | 1.33 | 1.4 | 1.49 | 2.49 | 4.04 | 11.42 | 6.29 | 4.67 | 2.12 | 1.71 | 1.52 | 1.43 | 3.33 |
| 1997 | 1.42 | 1.3 | 2.26 | 6.39 | 5.75 | 6.62 | 6.8 | 2.63 | 1.42 | 1.16 | 1.59 | 1.52 | 3.24 |
| 2006 | 1.17 | 1.26 | 1.76 | 3.21 | 6.39 | 6.77 | 3.46 | 3.6 | 1.65 | 1.5 | 1.25 | 1.2 | 2.77 |
| Prom | 1.45 | 1.51 | 2 | 3.73 | 5.58 | 7.49 | 5.76 | 3.52 | 1.88 | 1.61 | 1.6 | 1.47 | 3.13 |

Fuente: Elaboración propia

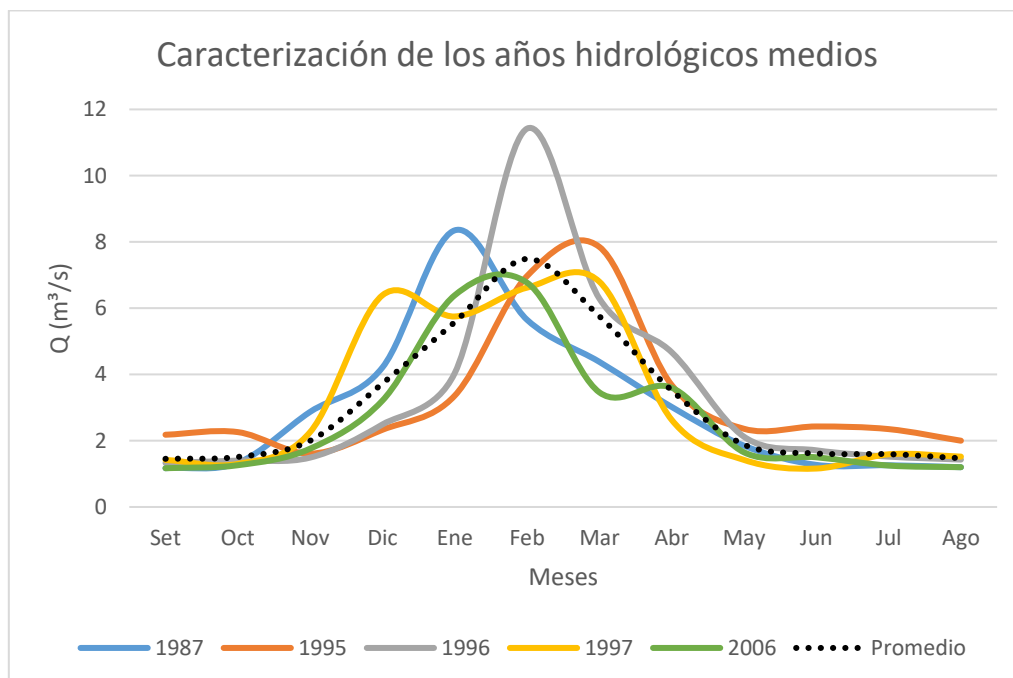


Figura 48. Caracterización de los años hidrológicos medios

Fuente: Elaboración propia

Los demás datos de caudales mensuales se han clasificado de la siguiente manera (Ver Tabla 58, Tabla 59, Tabla 60 y Tabla 61):

Tabla 58. Caudales característicos (m³/s) de años hidrológicos muy secos

| Año | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1990 | 0.92 | 1.86 | 4.67 | 3.04 | 4.61 | 2.09 | 1.89 | 1.89 | 1.3 | 1.29 | 1.16 | 1.03 |
| 1991 | 1.23 | 1.25 | 1.92 | 1.86 | 4.12 | 2.05 | 4.29 | 2.2 | 1.57 | 1.09 | 1.01 | 1.12 |
| 1992 | 1.08 | 1.05 | 1 | 1.06 | 1.92 | 3.12 | 2.56 | 4.06 | 1.39 | 1.19 | 1.14 | 1.12 |
| 2005 | 0.97 | 1.66 | 1.55 | 2.73 | 2.96 | 3.19 | 4.77 | 2 | 1.43 | 1.13 | 0.96 | 1.05 |
| 2009 | 1.15 | 1.21 | 1.93 | 2.64 | 1.43 | 4.9 | 3.69 | 2.43 | 1.26 | 1.16 | 1.12 | 1.1 |
| Prom | 1.07 | 1.41 | 2.21 | 2.27 | 3.01 | 3.07 | 3.44 | 2.57 | 1.39 | 1.17 | 1.08 | 1.09 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59. Caudales característicos (m³/s) de años hidrológicos secos

| Año | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago |
|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 1989 | 0.99 | 1.27 | 1.58 | 1.56 | 5.01 | 14.02 | 5.29 | 3.87 | 2.46 | 1.67 | 1.1 | 1.04 |
| 1993 | 1.24 | 1.33 | 2.31 | 6.15 | 3.17 | 3.18 | 3.56 | 3.25 | 2.68 | 1.63 | 1.34 | 1.24 |
| 2004 | 1.23 | 1.23 | 1.89 | 5.14 | 3.14 | 6.92 | 4.53 | 2.54 | 1.97 | 1.76 | 1.4 | 1.08 |
| 2007 | 1.15 | 1.19 | 1.75 | 2.41 | 5.29 | 3.67 | 5.08 | 2.99 | 1.71 | 1.24 | 1.34 | 1.2 |
| 2008 | 1.03 | 1.13 | 1.17 | 1.36 | 6.93 | 5.03 | 4.06 | 1.67 | 1.07 | 0.97 | 1.04 | 1.04 |
| Prom | 1.13 | 1.23 | 1.74 | 3.32 | 4.71 | 6.56 | 4.50 | 2.86 | 1.98 | 1.45 | 1.24 | 1.12 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60. Caudales característicos (m³/s) de años hidrológicos húmedos

| Año | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago |
|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 1985 | 1.29 | 1.23 | 2.51 | 5.1 | 6.33 | 9.03 | 9.13 | 4.38 | 2.5 | 1.66 | 1.25 | 1.04 |
| 1988 | 1.36 | 1.14 | 1 | 1.7 | 10.6 | 7.7 | 5.21 | 6.8 | 2.41 | 1.54 | 1.57 | 1.45 |
| 1999 | 1.54 | 2.12 | 1.29 | 2.77 | 5.12 | 11.45 | 9.56 | 4.41 | 1.9 | 1.96 | 1.84 | 1.58 |
| 2002 | 1.33 | 1.63 | 2.34 | 4.14 | 1.75 | 8.3 | 9.87 | 6.11 | 1.9 | 1.36 | 1.12 | 1.1 |
| 2003 | 1.03 | 1.04 | 1.2 | 2.42 | 3.97 | 8.55 | 10.19 | 6.74 | 2.7 | 1.42 | 1.28 | 1.15 |
| Prom | 1.31 | 1.43 | 1.67 | 3.23 | 5.55 | 9.01 | 8.79 | 5.69 | 2.28 | 1.59 | 1.41 | 1.26 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61. Caudales característicos (m³/s) de años hidrológicos muy húmedos

| Año | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago |
|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 1986 | 1.14 | 1.05 | 1.12 | 3.96 | 7.7 | 10.59 | 10.52 | 9.04 | 4.59 | 2.46 | 1.44 | 1.27 |
| 1994 | 1.1 | 1.3 | 1.23 | 2.04 | 6.46 | 12.49 | 10.25 | 8.07 | 3.34 | 1.6 | 1.4 | 1.24 |
| 1998 | 1.21 | 1.39 | 2.97 | 4.04 | 7.34 | 12.34 | 7.77 | 4.43 | 1.69 | 1.11 | 1.06 | 0.96 |
| 2000 | 1.1 | 1.26 | 1.19 | 1.85 | 6.78 | 17.83 | 13.43 | 5.25 | 1.5 | 1.2 | 0.89 | 0.81 |
| 2001 | 1.28 | 1.42 | 1.81 | 4.07 | 13.59 | 16.97 | 11.12 | 5.97 | 1.8 | 1.35 | 1.33 | 1.22 |
| Prom | 1.17 | 1.28 | 1.66 | 3.19 | 8.37 | 14.04 | 10.62 | 6.55 | 2.58 | 1.54 | 1.22 | 1.1 |

Fuente: Elaboración propia

Luego de ello, se han utilizado los promedios de los años medios, muy secos, secos, húmedos y muy húmedos para poder visualizar la distribución durante cada mes del año de los mismos, tal como se muestra en la siguiente tabla (Ver Tabla 62).

Tabla 62. Caudales promedios (m³/s) de los años hidrológicos

| Año | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago |
|------------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| Muy seco | 1.07 | 1.41 | 2.21 | 2.27 | 3.01 | 3.07 | 3.44 | 2.52 | 1.39 | 1.17 | 1.08 | 1.08 |
| Seco | 1.13 | 1.23 | 1.74 | 3.32 | 4.71 | 6.56 | 4.50 | 2.86 | 1.98 | 1.45 | 1.24 | 1.12 |
| Medio | 1.45 | 1.51 | 2.00 | 3.73 | 5.58 | 7.49 | 5.76 | 3.52 | 1.88 | 1.61 | 1.59 | 1.47 |
| Húmedo | 1.31 | 1.43 | 1.67 | 3.23 | 5.55 | 9.01 | 8.79 | 5.69 | 2.28 | 1.59 | 1.41 | 1.26 |
| Muy húmedo | 1.17 | 1.28 | 1.66 | 3.19 | 8.37 | 14.04 | 10.62 | 6.55 | 2.58 | 1.54 | 1.22 | 1.10 |

Fuente: Elaboración propia

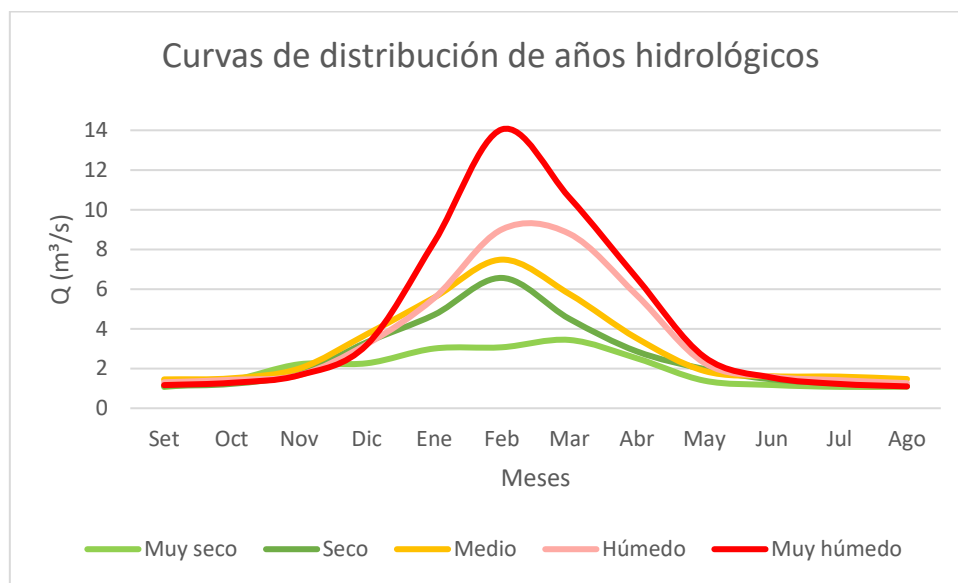


Figura 49. Curvas de distribución de los años hidrológicos

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura anterior, se observa que los caudales se incrementan gradualmente en los meses de setiembre, octubre y noviembre, haciéndose más significativas a partir de diciembre hasta alcanzar valores máximos en febrero. Los meses de máximas caudales son enero, febrero y marzo, en abril y mayo los caudales disminuyen gradualmente, para luego

alcanzar los valores mínimos en agosto. Todo esto ocurre de manera parecida al comportamiento que tiene la precipitación (Ver Figura 49).

4.1.3. Diagnóstico Biológico

4.1.3.1. Flora

En la Subcuenca Shullcas la flora se compone de 77 especies, agrupadas en 65 géneros y 34 familias. En la parte alta de la subcuenca (4000 a 4200 m.s.n.m.) se encuentra una cubierta vegetal de recarga donde abundan las gramíneas; en la parte media (3600 a 4000 m.s.n.m.), la ampliación de la actividad agropecuaria ocasiona la pérdida de especies, los bosques relictos están confinados en los cursos de agua como franjas forestales hidrorreguladoras y termorreguladoras, resaltando los pinos, eucaliptos, queñuales y el ichu; y en la parte baja (4000 a 4200 m.s.n.m.) se privilegia especies agrícolas, pastos mejorados y árboles multiusos (CATIE, 2017).

La flora de la Subcuenca Shullcas, se detalla en la siguiente tabla (Ver Tabla 63).

Tabla 63. Flora de la Subcuenca Shullcas

| N° | Nombre científico | Nombre Común | Familia | N° | Nombre científico | Nombre Común | Familia |
|----|----------------------------------|-------------------|--------------|----|-------------------------------|------------------|----------------|
| 1 | <i>Conium maculatum</i> | Chamico | Apiaceae | 39 | <i>Gentiana sedifolia</i> | Pinjach | Gentianaceae |
| 2 | <i>Zantedeschia aethiopica</i> | Cartucho | Araceae | 40 | <i>Geranium sessiliflorum</i> | Wila layo | Geraniaceae |
| 3 | <i>Asplenium septentrionale</i> | Falzia prima | Aspleniaceae | 41 | <i>Distichia filamentosa</i> | Tisña | Juncaceae |
| 4 | <i>Baccharis genistelloides</i> | Coniza de Tacunga | Asteraceae | 42 | <i>Distichia muscoides</i> | Kunkuro | Juncaceae |
| 5 | <i>Baccharis halimifolia</i> | Chilca | Asteraceae | 43 | <i>Lycopodium clavatum</i> | Colchón de pobre | Licopodiáceas |
| 6 | <i>Baccharis alnifolia</i> | Chilca | Asteraceae | 44 | <i>Eucalyptus globulus</i> | Eucalipto | Myrtaceae |
| 7 | <i>Baccharis latifolia</i> | Chilca | Asteraceae | 45 | <i>Myrcianthes oreophila</i> | Arrayan | Myrtaceae |
| 8 | <i>Baccharis dracunculifolia</i> | Chilca | Asteraceae | 46 | <i>Passiflora tarminiana</i> | Tumbo | Passifloraceae |
| 9 | <i>Bidens andicola</i> | Amor seco | Asteraceae | 47 | <i>Pinus radiata</i> | Pino | Pinaceae |

| N° | Nombre científico | Nombre Común | Familia | N° | Nombre científico | Nombre Común | Familia |
|----|---------------------------------|-----------------|------------------------|----|--------------------------------|-------------------|-----------------------|
| 10 | <i>Chaptalia nutans</i> | Cerraja, Pelusa | <i>Asteraceae</i> | 48 | <i>Plantago Major</i> | Llantén | <i>Plantaginaceae</i> |
| 11 | <i>Chuquiraga spinosa</i> | Huamanpinta | <i>Asteraceae</i> | 49 | <i>Bromus unioloides</i> | Cebadilla criolla | <i>Poaceae</i> |
| 12 | <i>Chuquiraga jussieui</i> | Chuquiraga | <i>Asteraceae</i> | 50 | <i>Cortaderia jubata</i> | Cortadera | <i>Poaceae</i> |
| 13 | <i>Cynara sp.</i> | Cardo | <i>Asteraceae</i> | 51 | <i>Deyeuxia curvula</i> | Crespillo | <i>Poaceae</i> |
| 14 | <i>Haplopappus baylahuen</i> | Valeriana | <i>Asteraceae</i> | 52 | <i>Deyeuxia eminens</i> | Sora | <i>Poaceae</i> |
| 15 | <i>Heterothe inuloides</i> | Arnica | <i>Asteraceae</i> | 53 | <i>Festuca dolichophylla</i> | Chilliwa | <i>Poaceae</i> |
| 16 | <i>Hypochaeris taraxacoides</i> | Ojho pilly | <i>Asteraceae</i> | 54 | <i>Mühlenbergia fastigiata</i> | Gramma dulce | <i>Poaceae</i> |
| 17 | <i>Hypochaeris echeagarayi</i> | Lechuguilla | <i>Asteraceae</i> | 55 | <i>Poa sp.</i> | Kachu | <i>Poaceae</i> |
| 18 | <i>Santolina elegans</i> | Santolina | <i>Asteraceae</i> | 56 | <i>Stipa sp.</i> | Ichu | <i>Poaceae</i> |
| 19 | <i>Tagetes minuta</i> | Tagetes minuta | <i>Asteraceae</i> | 57 | <i>Cantua buxifolia</i> | Cantuta | <i>Polemoniaceae</i> |
| 20 | <i>Werneria nubigena</i> | Thurpa | <i>Asteraceae</i> | 58 | <i>Monnina aestuans</i> | Clarín chico | <i>Polygalaceae</i> |
| 21 | <i>Alnus acuminata</i> | Aliso | <i>Betulaceae</i> | 59 | <i>Polypodium vulgare</i> | Helecho dulce | <i>Polypodiaceae</i> |
| 22 | <i>Puya alpestris</i> | Puya serrana | <i>Bromeliaceae</i> | 60 | <i>Calandrinia acaulis</i> | Liru | <i>Portulacaceae</i> |
| 23 | <i>Opuntia floccosa</i> | Huaraco | <i>Cactaceae</i> | 61 | <i>Caltha sagittata</i> | Lanza | <i>Ranunculaceae</i> |
| 24 | <i>Hypsela reniformes</i> | Kururu | <i>Campanulaceae</i> | 62 | <i>Colletia spinosissima</i> | Yaquil | <i>Rhamnaceae</i> |
| 25 | <i>Sambucus peruviana</i> | Sauco | <i>Caprifoliaceae</i> | 63 | <i>Alchemilla pinnata</i> | Sillu | <i>Rosaceae</i> |
| 26 | <i>Cerastium danguyi</i> | Lanza | <i>Caryophyllaceae</i> | 64 | <i>Eriobotrya japonica</i> | Nispero | <i>Rosaceae</i> |
| 27 | <i>Carex sp.</i> | Qoran | <i>Cyperaceae</i> | 65 | <i>Polylepis racemosa</i> | Quinual | <i>Rosaceae</i> |
| 28 | <i>Eleocharis albibracteata</i> | Quemillo | <i>Cyperaceae</i> | 66 | <i>Polylepis incana</i> | Quinual, Queñual | <i>Rosaceae</i> |
| 29 | <i>Rumohra adiantiformis</i> | Helecho | <i>Dryopteridaceae</i> | 67 | <i>Rosa canina</i> | Rosa silvestre | <i>Rosaceae</i> |
| 30 | <i>Astragalus arequipensis</i> | Garbanzo | <i>Fabaceae</i> | 68 | <i>Rubus glaucus</i> | Mora silvestre | <i>Rosaceae</i> |
| 31 | <i>Cytisus monspessulanus</i> | Retama negra | <i>Fabaceae</i> | 69 | <i>Salix eleagnos</i> | Ramilla | <i>Salicaceae</i> |
| 32 | <i>Lupinus mutabilis</i> | Tarwi | <i>Fabaceae</i> | 70 | <i>Escallonia myrtilloides</i> | Chilco | <i>Saxifragaceae</i> |
| 33 | <i>Lupinus arcticus</i> | Chocho, Lupín | <i>Fabaceae</i> | 71 | <i>Escallonia resinosa</i> | Chachacomo | <i>Saxifragaceae</i> |

| N° | Nombre científico | Nombre Común | Familia | N° | Nombre científico | Nombre Común | Familia |
|----|-----------------------------|--------------|---------------------|----|------------------------------|----------------|-------------------------|
| 34 | <i>Otholobium pubescens</i> | Culen blanco | <i>Fabaceae</i> | 72 | <i>Bartsias strigosa</i> | Chilme | <i>Scrophulariaceae</i> |
| 35 | <i>Psoralea glandulosa</i> | Culen blanco | <i>Fabaceae</i> | 73 | <i>Mimulus glabratus</i> | Occoruro berro | <i>Scrophulariaceae</i> |
| 36 | <i>Senna birostris</i> | Mutuy | <i>Fabaceae</i> | 74 | <i>Buddleja coriacea</i> | Colle | <i>Scrophulariaceae</i> |
| 37 | <i>Senna versicolor</i> | Alcaparra | <i>Fabaceae</i> | 75 | <i>Buddleja incana</i> | Quishuar | <i>Scrophulariaceae</i> |
| 38 | <i>Spartium junceum</i> | Retama | <i>Fabaceae</i> | 76 | <i>Solanum nitidum</i> | Chinche | <i>Solanaceae</i> |
| 39 | <i>Gentiana sedifolia</i> | Pinjach | <i>Gentianaceae</i> | 77 | <i>Valeriana microphylla</i> | Sígueme | <i>Valerianaceae</i> |

Fuente: (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 2017)

4.1.3.2.Fauna

En la Subcuenca Shullcas la fauna se compone de 43 especies, agrupadas en 40 géneros y 20 familias, se compone en su mayor parte de aves (Ver Tabla 64).

Tabla 64. Fauna de la Subcuenca Shullcas

| N° | Nombre científico | Nombre Común | Familia |
|------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|
| Peces | | | |
| 1 | <i>Oncorrinchus mykiss</i> | Trucha | <i>Salmonidae</i> |
| Anfibios | | | |
| 2 | <i>Gastrotheca marsupiata</i> | Sapo | <i>Hylidae</i> |
| Reptiles | | | |
| 3 | <i>Stenocercus spp</i> | Lagarto | <i>Tropiduriidae</i> |
| 4 | <i>Tachymenis peruviana</i> | Culebra | <i>Colubridae</i> |
| Mamíferos | | | |
| 5 | <i>Pseudalopex culpaeus</i> | Zorro | <i>Canidae</i> |
| 6 | <i>Hyppocamelus antisensis</i> | Taruca | <i>Cervidae</i> |
| 7 | <i>Puma concolor</i> | Puma | <i>Felidae</i> |
| 8 | <i>Mus musculus</i> | Pericote | <i>Muridae</i> |
| 9 | <i>Rattus norvegicus</i> | Rata | <i>Muridae</i> |
| 10 | <i>Oryzomys sp.</i> | Ratón de campo | <i>Muridae</i> |
| 11 | <i>Phyllotis sp.</i> | Ratón de campo | <i>Muridae</i> |
| 12 | <i>Conepatus chinga</i> | Zorrino | <i>Mustelidae</i> |
| 13 | <i>Mustela frenata</i> | Comadreja | <i>Mustelidae</i> |
| Aves | | | |
| 14 | <i>Buteo brachyurus</i> | Gavilán rabricorto | <i>Accipitridae</i> |
| 15 | <i>Buteo poecilochrous</i> | Aguilucho cordillerano | <i>Accipitridae</i> |
| 16 | <i>Merganetta armata</i> | Pato de los torrentes | <i>Anatidae</i> |

| N° | Nombre científico | Nombre Común | Familia |
|----|---------------------------------|-------------------------|-------------|
| 17 | <i>Anas cyanoptera</i> | Pato colorado | Anatidae |
| 18 | <i>Anas flavirostris</i> | Pato sutro | Anatidae |
| 19 | <i>Cinclus leucocephalus</i> | Mirlo acuático | Cinclidae |
| 20 | <i>Columba maculosa</i> | Paloma cenicienta | Columbidae |
| 21 | <i>Zenaida auriculata</i> | Rabiblanca | Columbidae |
| 22 | <i>Falco sparverius</i> | Cernicalo | Falconidae |
| 23 | <i>Carduelis magellanica</i> | Jilguero cabeza negra | Fringilidae |
| 24 | <i>Sicalis luteola</i> | Chirigue común | Fringilidae |
| 25 | <i>Saltador auranirostris</i> | Pepitero de corbata | Fringilidae |
| 26 | <i>Zonotrichia capensis</i> | Tanka | Fringilidae |
| 27 | <i>Phrygilus gayi</i> | Picchicolin | Fringilidae |
| 28 | <i>Catamenia anales</i> | Cobartita pico de oro | Fringilidae |
| 29 | <i>Phrygilus plebejus</i> | Plomito pequeño | Fringilidae |
| 30 | <i>Phrygilus alaudinus</i> | Grigilo cola blanca | Fringilidae |
| 31 | <i>Cinclodes palliatus</i> | Churrete vientre blanco | Furnaridae |
| 32 | <i>Bolborhynchus orbignesis</i> | Perico andino | Pssitacidae |
| 33 | <i>Rallus limicola</i> | Gallineta | Rallidae |
| 34 | <i>Nathropocta ornata</i> | Perdiz | Tinaminadae |
| 35 | <i>Mellatura phoebe</i> | Picaflor negro | Trochilidae |
| 36 | <i>Colibrí coruscans</i> | Colibrí azul | Trochilidae |
| 37 | <i>Aglactis cupripennis</i> | Picaflor rojizo andino | Trochilidae |
| 38 | <i>Patagona gigas</i> | Picaflor gigante | Trochilidae |
| 39 | <i>Turdus chiguanco</i> | Chiguanco | Turdidae |
| 40 | <i>Agriornis montana</i> | Arriero | Tyranidae |
| 41 | <i>Myioteretes stracolli</i> | Chifla perro | Tyranidae |
| 42 | <i>Grallaria andicola</i> | Tororoí andino | Tyranidae |
| 43 | <i>Anairetes flavirostris</i> | Cachudito pico amarillo | Tyranidae |

Fuente: (Cassana, W. et al., 2011)

4.1.3.3. Área Natural Protegida

En la Subcuenca Shullcas se encuentra el Área de Conservación Regional Huaytapallana que abarca una superficie de 224.07 km² y se ubica en los distritos de Huancayo, El Tambo, Pariahuanca, Quilcas y Comas; este fue establecido con el objetivo de conservar su diversidad biológica y paisajística, garantizando el uso adecuado de sus recursos hídricos para la población (Decreto Supremo N° 018-2011-MINAM, 2011). El 2014 se presentó un Plan Maestro como documento de gestión de esta Área Natural Protegida.

La importancia ambiental de esta ACR radica en que en la base del Nevado Huaytapallana , se encuentran las lagunas Chuspicocha y Lasuntay , las cuales originan al Río Shullcas, una de las fuentes principales para el abastecimiento del recurso hídrico a la población (Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, 2014).

Las principales lagunas que originan al Río Shullcas son las siguientes (Ver Tabla 65):

Tabla 65. Lagunas que originan al Río Shullcas

| Características | Chuspicocha | Lasuntay |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| Coordenadas UTM | 493431 E, 8681938 N | 492597 E, 8684312 N |
| Altitud (m.s.n.m.) | 4585 | 4655 |
| Forma | Ovalada | Ovalada |
| Profundidad máxima (m) | 29 | 10 |
| Volumen de almacenamiento (MMC) | 3.5 | 2.5 |
| Espejo de agua (km ²) | 0.24 | 0.25 |

Fuente: (Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, 2014)

La importancia biológica de esta ACR radica en que aquí se conservan parte de 2 ecorregiones, las cuales son las Yungas Peruvianas y Punas Húmedas de los Andes; también es parte de 3 zonas de vida, las cuales son Páramo muy húmedo subalpino tropical, Tundra pluvial alpino tropical y Nival tropical, estos se encuentran entre los ecosistemas más frágiles del mundo, ahí se encuentran las formaciones vegetales: pajonales, césped de puna, bofedales u ocuales y especies de suelos crioturbados que albergan alrededor de 104 especies de flora; a su vez conserva 55 especies de fauna entre aves, mamíferos, peces, entre otros (Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, 2014).

4.1.4. Diagnóstico Socioeconómico

4.1.4.1. Población

La provincia de Huancayo tiene 545 615 habitantes, con una tasa de crecimiento del 1.6% desde el 2007 al 2017 (INEI, 2018). En la siguiente tabla, se puede observar la población de

los distritos que conforman la subcuenca Shullcas en los diferentes censos realizados, la cual viene creciendo continuamente con el pasar de los años (Ver Tabla 66).

Tabla 66. Población por distrito

| Distrito | Censos | | | Proyección |
|----------|--------|--------|--------|------------|
| | 1981 | 1993 | 2007 | 2017 |
| Huancayo | 84845 | 100116 | 112054 | 113847 |
| El Tambo | 58892 | 112284 | 146847 | 149197 |

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018) e (Instituto Nacional de Estadística e informática [INEI], 2010)

La densidad poblacional del distrito de Huancayo es de 479.25 hab/km² y del distrito de El Tambo es de 2028.23 hab/km², es decir la densidad poblacional de El Tambo es mayor.

En ambos distritos la población urbana es mayor a la población rural, tal como se puede observar en la siguiente figura (Ver Figura 50):

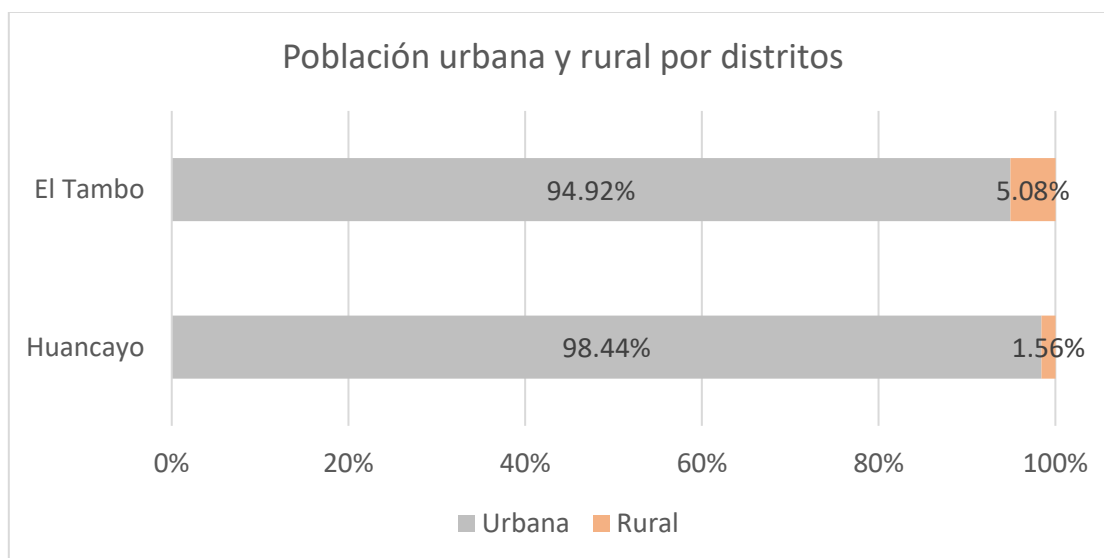


Figura 50. Población urbana y rural por distrito

Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Estadística e informática [INEI], 2010)

La Población Económicamente Inactiva (PEI) es mayor que la Población Económicamente Activa (PEA), siendo más de la mitad de la población en ambos distritos, tal como se observa en la siguiente figura (Ver Figura 51):

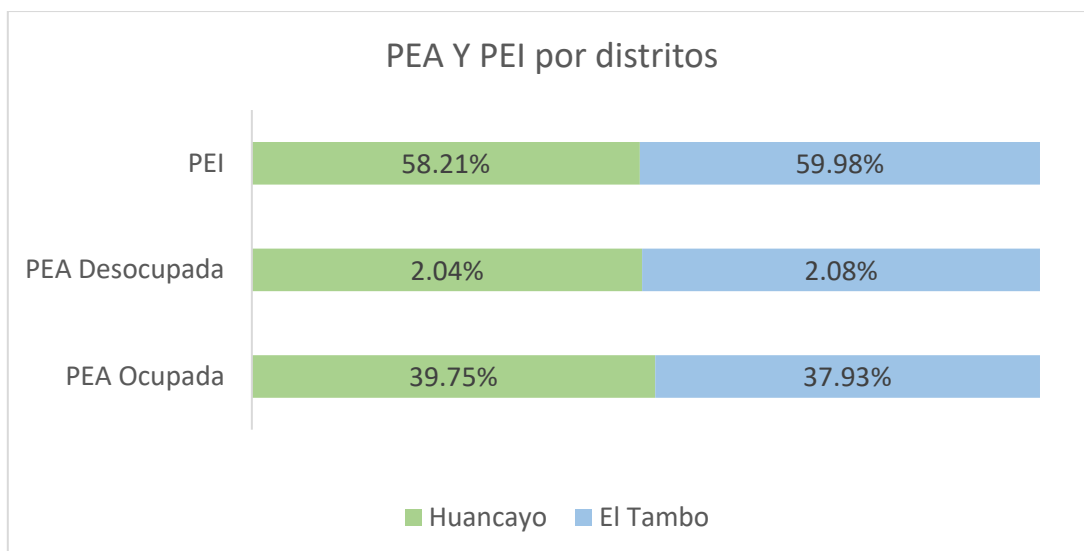


Figura 51. PEA y PEI por distritos

Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Estadística e informática [INEI], 2010)

4.1.4.2. Servicios Básicos

○ Viviendas

En los distritos de Huancayo y El Tambo, las viviendas de material noble son las que predominan en las zonas urbanas, mientras que las viviendas de adobe predominan en las zonas rurales, tal como se muestra en la siguiente figura (Ver Figura 52):

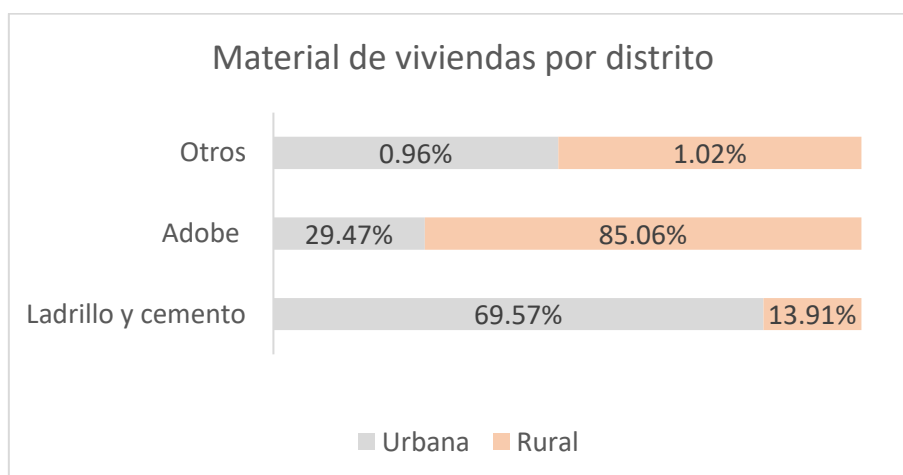


Figura 52. Tipos de materiales de las viviendas por distrito

Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Estadística e informática [INEI], 2010)

○ Agua potable y alcantarillado

Agua potable

La EPS SEDAM Huancayo S.A. es la empresa de agua potable y alcantarillado, su principal captación “Captación N 24” en Chamisería” tiene un área de captación es de 156.2 km² aguas arriba, el caudal promedio del río Shullcas en épocas de avenida es de 5 m³/s y durante la época de estiaje es de 1.5 m³/s. Esta empresa se abastece del recurso hídrico proveniente de 3 fuentes: subterránea, superficial glacial y superficial pluvial (Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina [CONDESAN], 2015) (Ver Tabla 67).

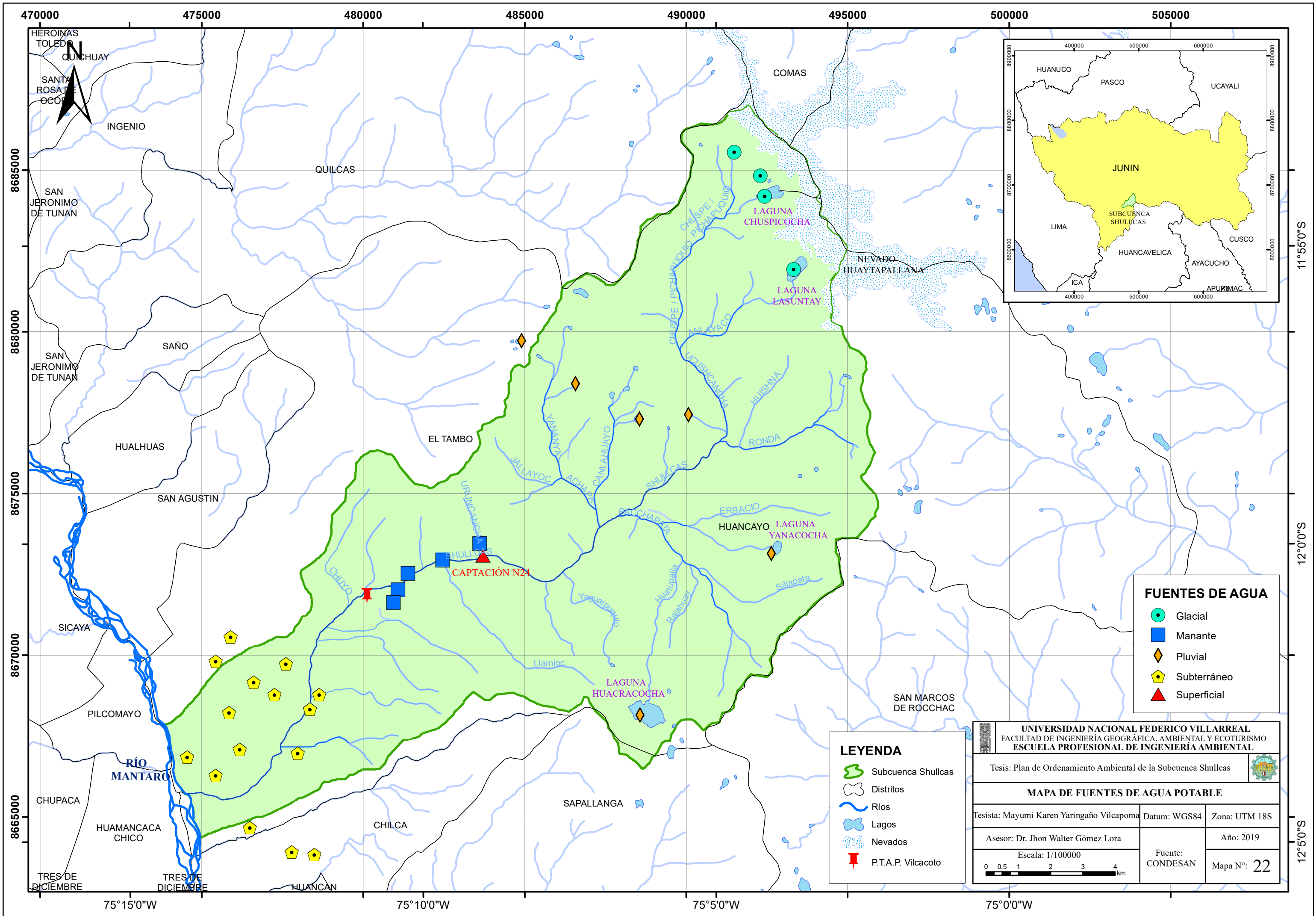
Tabla 67. Fuentes de agua para SEDAM Huancayo S.A.

| 15 Fuentes subterráneas | | 10 Fuentes superficiales | |
|---------------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|
| | | 4 Glacial | 6 Pluvial |
| -Pozo San Pedro | -Pozo La Florida | -Laguna Lasuntay | - Laguna Huacracocho |
| -Pozo Esperanza | -Pozo Colegio Castilla | -Laguna Chuspicocha | -Laguna Yanacocho |
| -Pozo Umuto | -Pozo N° 18 | -Laguna Chico | -Laguna Quellacocho |
| -Pozo Aza | -Pozo San Antonio | -Laguna Chuspi | -Laguna Quinsacocho |
| -Pozo Urpaycancha | -Pozo Túpac Amaru | - Laguna Duraznuyoc | -Laguna Patococho |
| -Pozo Estadio Castilla | -Pozo Yanama | | -Laguna Llacsacocho |
| -Manantial Agua de las Vírgenes | -Pozo Azapampa | | |
| | -Pozo Chilca | | |

Fuente: SEDAM Huancayo S.A.

SEDAM Huancayo tiene una demanda de 600 l/s proveniente de la captación del Río Shullcas y 900 l/s de pozos subterráneos (Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina [CONDESAN], 2015).

La planta de tratamiento de agua potable de Vilcacoto cuenta con dos plantas de tratamiento, una es antigua del año 1950 de tipo convencional y actualmente solo puede tratar de 120 a 150 l/s; la otra es una planta nueva del año 2008 de tecnología tipo CEPIS y actualmente trata de 350 a 400 l/s (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS], 2014). El mapa de fuentes de agua se presenta a continuación (Ver Mapa 22):



470000 475000 480000 485000 490000 495000 500000 505000

8685000

8680000

8675000

8670000

8665000

11°55'0"S

12°0'0"S

12°50'0"S

75°15'0"W 75°10'0"W 75°5'0"W 75°0'0"W



FUENTES DE AGUA

- Glacial
- Manante
- ◆ Pluvial
- ⬠ Subterráneo
- ▲ Superficial

LEYENDA

- Subcuenca Shullcas
- Distritos
- ~ Ríos
- ~ Lagos
- Nevados
- + P.T.A.P. Vilcacoto

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE FUENTES DE AGUA POTABLE

| | | |
|---|--------------|------------------|
| Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma | Datum: WGS84 | Zona: UTM 18S |
| Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora | Año: 2019 | |
| Escala: 1/100000 | | Fuente: CONDESAN |
| 0 0.5 1 2 3 4 km | | Mapa N°: 22 |

Alcantarillado

En la Subcuenca Shullcas, se carece de una planta de tratamiento de aguas residuales por lo que los desagües domésticos se dirigen a las mas de 28 descargas que desembocan a los ríos: Shullcas, Chilca, Florido, Ancalá y Mantaro; en algunos casos estas descargas son usados para uso agrícola (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS], 2014).

○ Electricidad

Electrocentro S.A. es la empresa que distribuye y comercializa energía eléctrica, a su vez, en la zona de estudio se encuentra la Central Hidroeléctrica Chamisería Salto Alto ubicada en la comunidad de Acopalca, la cual la línea de subtransmisión se desarrolla por las comunidades de Cullpas y Cochabambas Chico, posee una potencia instalada de 1.4 MW y cuenta con una turbina tipo Francis de eje horizontal diseñada para un caudal nominal de 1.09 m³/s y una potencia de 742 kW (Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA], 2008).

○ Disposición de residuos sólidos

No se dispone de una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos, por lo que los residuos recolectados son depositados en botaderos ubicados fuera de la ciudad especialmente cerca de las riberas del Río Mantaro, entre ellos se encuentran los botaderos: “El Edén”, “Agua de las Vírgenes” y “La Mejorada” (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 2016).

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) denunció a la Municipalidad Provincial de Huancayo y a la Municipalidad Distrital de El Tambo, ante la Contraloría General de la República y el Ministerio Público el 2014, por la inadecuada disposición final de residuos sólidos en los botaderos “El Edén” y “Agua de las Vírgenes”, debido a esto, estos botaderos están en plan de cierre (SPDA Actualidad Ambiental, 2014).

Actualmente, se está trabajando en la instalación de una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos en el centro poblado de la Punta en un área de 13.04 Ha., la cual cuenta con un Estudio de Impacto Ambiental aprobado (Andina. Agencia Peruana de Noticias, 2017).

- **Salud**

Los habitantes de los distritos de Huancayo y El Tambo, en su mayoría no tienen un seguro de salud, tal como se muestra en la siguiente figura (Ver Figura 53):

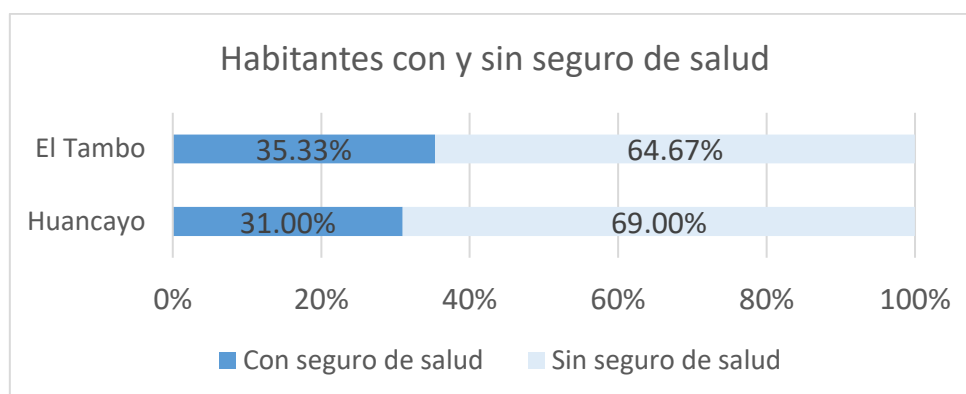


Figura 53. Personas con seguro y sin seguro de salud por distrito

Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Estadística e informática [INEI], 2010)

- **Educación**

Los habitantes de los distritos de Huancayo y El Tambo, en su mayoría saben leer y escribir, tal como se muestra en la siguiente figura (Ver Figura 54):

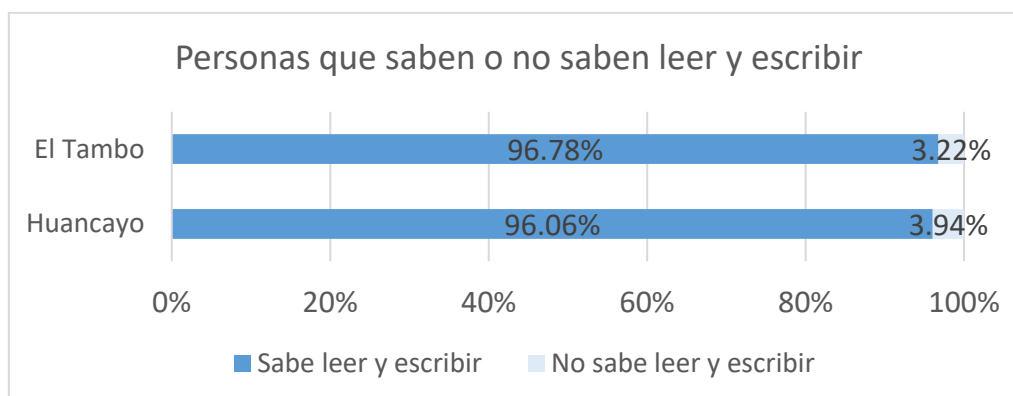


Figura 54. Personas que saben o no saben leer y escribir

Fuente: Adaptado de (Instituto Nacional de Estadística e informática [INEI], 2010)

4.1.4.3. Actividades Económicas:

En los distritos de Huancayo y El Tambo, las actividades económicas a la que mayormente se dedica la población es a la agricultura y ganadería, seguido del comercio por menor, tal como se muestra en la siguiente tabla (Ver Tabla 68):

Tabla 68. Actividades a la que se dedica la población de Huancayo y El Tambo

| Actividades económicas | Huancayo | El Tambo |
|------------------------------|----------|----------|
| Agricultura y ganadería | 24% | 32% |
| Comercio por menor | 18% | 17% |
| Transportes y comunicaciones | 7% | 10% |
| Industrias manufactureras | 13% | 9% |
| Construcción | 11% | 9% |
| Otros | 27% | 23% |
| Total | 100% | 100% |

Fuente: Adaptado de (Censo Nacional INEI, 2007)

○ **Agricultura**

En la Subcuenca Shullcas existe agricultura andina principalmente de cultivos extensivos. De los cuales, la que se ubica en la parte media de la misma es la agricultura en secano ocupando 18.36 km², además los que se ubican en la parte baja de la subcuenca son la agricultura con riego que ocupa 4.95 km² y la agricultura con bordes forestales con riego que ocupa 4.81 km².

En cuanto al riego, la junta de riego capta 400 l/s del río Shullcas para la margen derecha que cuenta con 2000 usuarios y 100 l/s para la margen izquierda que cuenta con 350 usuarios (CONDESAN. 2015). Los cultivos que se siembran en los distritos de Huancayo y El Tambo, son los siguientes que se muestran a continuación (Ver Tabla 69):

Tabla 69. Cultivos de Huancayo y El Tambo

| Cultivo | Huancayo | | El Tambo | |
|------------------|-----------|----------|-----------|----------|
| | Área (Ha) | Área (%) | Área (Ha) | Área (%) |
| Alfalfa | 10.7 | 0.93% | 98.4 | 5.74% |
| Rye Grass | 382.78 | 33.32% | 381.43 | 22.25% |
| Trébol | 350.05 | 30.47% | 358.66 | 20.92% |
| Maíz choclo | 171.85 | 14.96% | 337.05 | 19.66% |
| Papa blanca | 196.03 | 17.06% | 242.46 | 14.14% |
| Pasto cebadilla | 0 | 0.00% | 14.9 | 0.87% |
| Maíz amiláceo | 8.67 | 0.75% | 35.83 | 2.09% |
| Quinoa | 0 | 0.00% | 21.96 | 1.28% |
| Trigo | 0 | 0.00% | 38.99 | 2.27% |
| Alcachofa | 16.51 | 1.44% | 10.9 | 0.64% |
| Arveja | 0.36 | 0.03% | 20.86 | 1.22% |
| Haba | 4.55 | 0.40% | 113.61 | 6.63% |
| Avena forrajera | 1.54 | 0.13% | 22.38 | 1.31% |
| Cebada forrajera | 5.79 | 0.50% | 16.8 | 0.98% |
| Total | 1148.83 | 100% | 1714.23 | 100% |

Fuente: (IV Censo Nacional Agropecuario INEI, 2012)

○ **Ganadería**

En los distritos de Huancayo y El Tambo existen 646 y 1067 productores respectivamente, de los cuales la mayor parte poseen ganado bovino, seguido del ganado ovino y porcino, luego finalmente son muy pocos los que poseen alpacas, tal como se muestra en la siguiente tabla (Ver Tabla 70):

Tabla 70. Tipos de ganados de Huancayo y El Tambo

| Cantidad de cabezas | | 1 a 5 | 6 a 10 | 11 a 15 | 16 a 20 | 21 a 30 | 31 a mas | Total | |
|---------------------|-----------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|-------|-----|
| Huancayo | Bovino | 179 | 59 | 21 | 16 | 7 | 10 | 292 | |
| | | 61.30% | 20.21% | 7.19% | 5.48% | 2.40% | 3.42% | 100% | |
| | Ovino | 131 | 52 | 13 | 18 | 11 | 44 | 269 | |
| | | 48.70% | 19.33% | 4.83% | 6.69% | 4.09% | 16.36% | 100% | |
| | Porcino | 59 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 64 | |
| | | 92.19% | 6.25% | 0.00% | 1.56% | 0.00% | 0.00% | 100% | |
| | Alpacas | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 5 | 21 | |
| | | 14.29% | 19.05% | 14.29% | 14.29% | 14.29% | 23.81% | 100% | |
| | Total de productores | | | | | | | | 646 |

| Cantidad de cabezas | | 1 a 5 | 6 a 10 | 11 a 15 | 16 a 20 | 21 a 30 | 31 a mas | Total | | |
|---------------------|-----------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|-------|--------|--|
| El Tambo | Bovino | 326 | 92 | 13 | 4 | 12 | 2 | 449 | 30.55% | |
| | | 72.61% | 20.49% | 2.90% | 0.89% | 2.67% | 0.45% | 100% | | |
| | Ovino | 265 | 59 | 28 | 8 | 10 | 14 | 384 | 24.84% | |
| | | 69.01% | 15.36% | 7.29% | 2.08% | 2.60% | 3.65% | 100% | | |
| | Porcino | 192 | 22 | 5 | 2 | 4 | 3 | 228 | 17.99% | |
| | | 84.21% | 9.65% | 2.19% | 0.88% | 1.75% | 1.32% | 100% | | |
| | Alpacas | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 6 | 0.28% | |
| | | 50.00% | 0.00% | 16.67% | 0.00% | 0.00% | 33.33% | 100% | | |
| | Total de productores | | | | | | | | 1067 | |

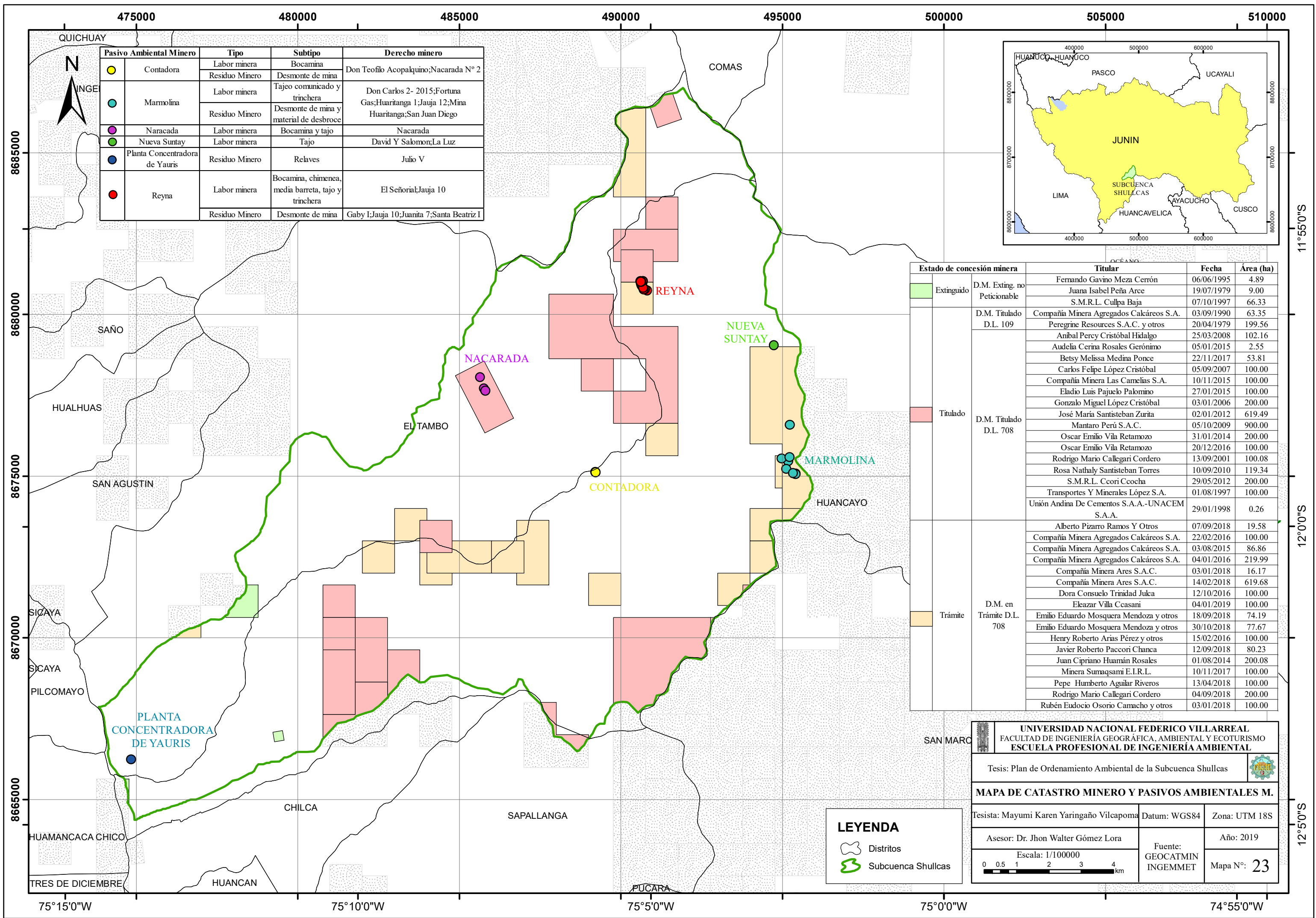
Fuente: (IV Censo Nacional Agropecuario INEI, 2012)

○ Minería

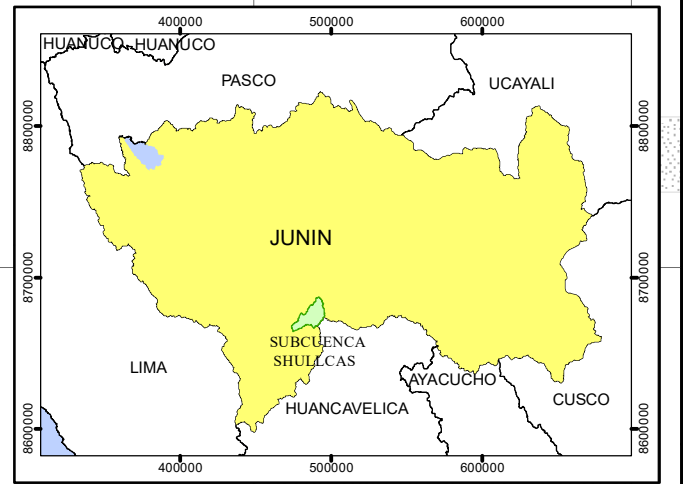
En la Subcuenca Shullcas se encuentran 6 pasivos ambientales sin estudios ambientales debido a que no han sido gestionados, los cuales son: Contadora, Marmolina, Naracada, Nueva Suntay, Planta concentradora de Yauris y Reyna. Estos pasivos mineros son principalmente de tipo labor minera y residuo minero.

Con respecto a las concesiones mineras, estas abarcan 56.35 km² de la subcuenca, es decir el 24.76% de su superficie total. Estas concesiones son mayormente tituladas, ya que ocupan el 57.86% del total de las concesiones, seguidamente se encuentran las que están en trámite, ocupando el 40.72% y finalmente las que están extinguidas con tan solo el 1.42% del total de concesiones.

El mapa de catastro minero y pasivos ambientales mineros se presenta a continuación (Ver Mapa 23):



| Pasivo Ambiental Minero | Tipo | Subtipo | Derecho minero |
|-------------------------|--------------------------------|----------------|---|
| ● | Contadora | Labor minera | Bocamina |
| | | Residuo Minero | Desmorte de mina |
| ● | Marmolina | Labor minera | Tajeo comunicado y trinchera |
| | | Residuo Minero | Desmorte de mina y material de desbroce |
| | | | |
| ● | Nacarada | Labor minera | Bocamina y tajo |
| ● | Nueva Suntay | Labor minera | Tajo |
| ● | Planta Concentradora de Yauris | Residuo Minero | Relaves |
| | | | |
| ● | Reyna | Labor minera | Bocamina, chimenea, media barreta, tajo y trinchera |
| | | Residuo Minero | Desmorte de mina |



| Estado de concesión minera | Titular | Fecha | Área (ha) |
|--|---|-------------------------------|------------|
| Extinguido | Fernando Gavino Meza Cerrón | 06/06/1995 | 4.89 |
| | Juana Isabel Peña Arce | 19/07/1979 | 9.00 |
| Titulado | S.M.R.L. Culpá Baja | 07/10/1997 | 66.33 |
| | Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A. | 03/09/1990 | 63.35 |
| | Peregrine Resources S.A.C. y otros | 20/04/1979 | 199.56 |
| | Anibal Percy Cristóbal Hidalgo | 25/03/2008 | 102.16 |
| | Audelia Cerina Rosales Gerónimo | 05/01/2015 | 2.55 |
| | Betsy Melissa Medina Ponce | 22/11/2017 | 53.81 |
| | Carlos Felipe López Cristóbal | 05/09/2007 | 100.00 |
| | Compañía Minera Las Camelias S.A. | 10/11/2015 | 100.00 |
| | Eladio Luis Pajuelo Palomino | 27/01/2015 | 100.00 |
| | Gonzalo Miguel López Cristóbal | 03/01/2006 | 200.00 |
| | José María Santisteban Zurita | 02/01/2012 | 619.49 |
| | Mantaro Perú S.A.C. | 05/10/2009 | 900.00 |
| | Oscar Emilio Vila Retamozo | 31/01/2014 | 200.00 |
| | Oscar Emilio Vila Retamozo | 20/12/2016 | 100.00 |
| | Rodrigo Mario Callegari Cordero | 13/09/2001 | 100.08 |
| | Rosa Nathaly Santisteban Torres | 10/09/2010 | 119.34 |
| | S.M.R.L. Ccoori Ccocha | 29/05/2012 | 200.00 |
| | Transportes Y Minerales López S.A. | 01/08/1997 | 100.00 |
| | Unión Andina De Cementos S.A.A.-UNACEM S.A.A. | 29/01/1998 | 0.26 |
| | Trámite | Alberto Pizarro Ramos Y Otros | 07/09/2018 |
| Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A. | | 22/02/2016 | 100.00 |
| Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A. | | 03/08/2015 | 86.86 |
| Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A. | | 04/01/2016 | 219.99 |
| Compañía Minera Ares S.A.C. | | 03/01/2018 | 16.17 |
| Compañía Minera Ares S.A.C. | | 14/02/2018 | 619.68 |
| Dora Consuelo Trinidad Julca | | 12/10/2016 | 100.00 |
| Eleazar Villa Ccasani | | 04/01/2019 | 100.00 |
| Emilio Eduardo Mosquera Mendoza y otros | | 18/09/2018 | 74.19 |
| Emilio Eduardo Mosquera Mendoza y otros | | 30/10/2018 | 77.67 |
| Henry Roberto Arias Pérez y otros | | 15/02/2016 | 100.00 |
| Javier Roberto Paccori Chanca | | 12/09/2018 | 80.23 |
| Juan Cipriano Huamán Rosales | | 01/08/2014 | 200.08 |
| Minera Sumasami E.I.R.L. | | 10/11/2017 | 100.00 |
| Pepe Humberto Aguilar Riveros | | 13/04/2018 | 100.00 |
| Rodrigo Mario Callegari Cordero | | 04/09/2018 | 200.00 |
| Rubén Eudocio Osorio Camacho y otros | | 03/01/2018 | 100.00 |

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

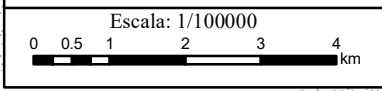
Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE CATASTRO MINERO Y PASIVOS AMBIENTALES M.

| | | |
|---|----------------------------|---------------|
| Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma | Datum: WGS84 | Zona: UTM 18S |
| Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora | Fuente: GEOCATMIN INGENMET | Año: 2019 |
| Escala: 1/100000 | | Mapa N°: 23 |

LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas



4.1.4.4. Diagnóstico cultural

En la Subcuenca Shullcas se encuentran diversos lugares turísticos, los cuales atraen a los visitantes de otros lugares ya sea por su valor histórico, arquitectónico, cultural, geológico, religioso y recreacional. Así tenemos los siguientes (Ver Tabla 71):

Tabla 71. Lugares turísticos de la Subcuenca Shullcas

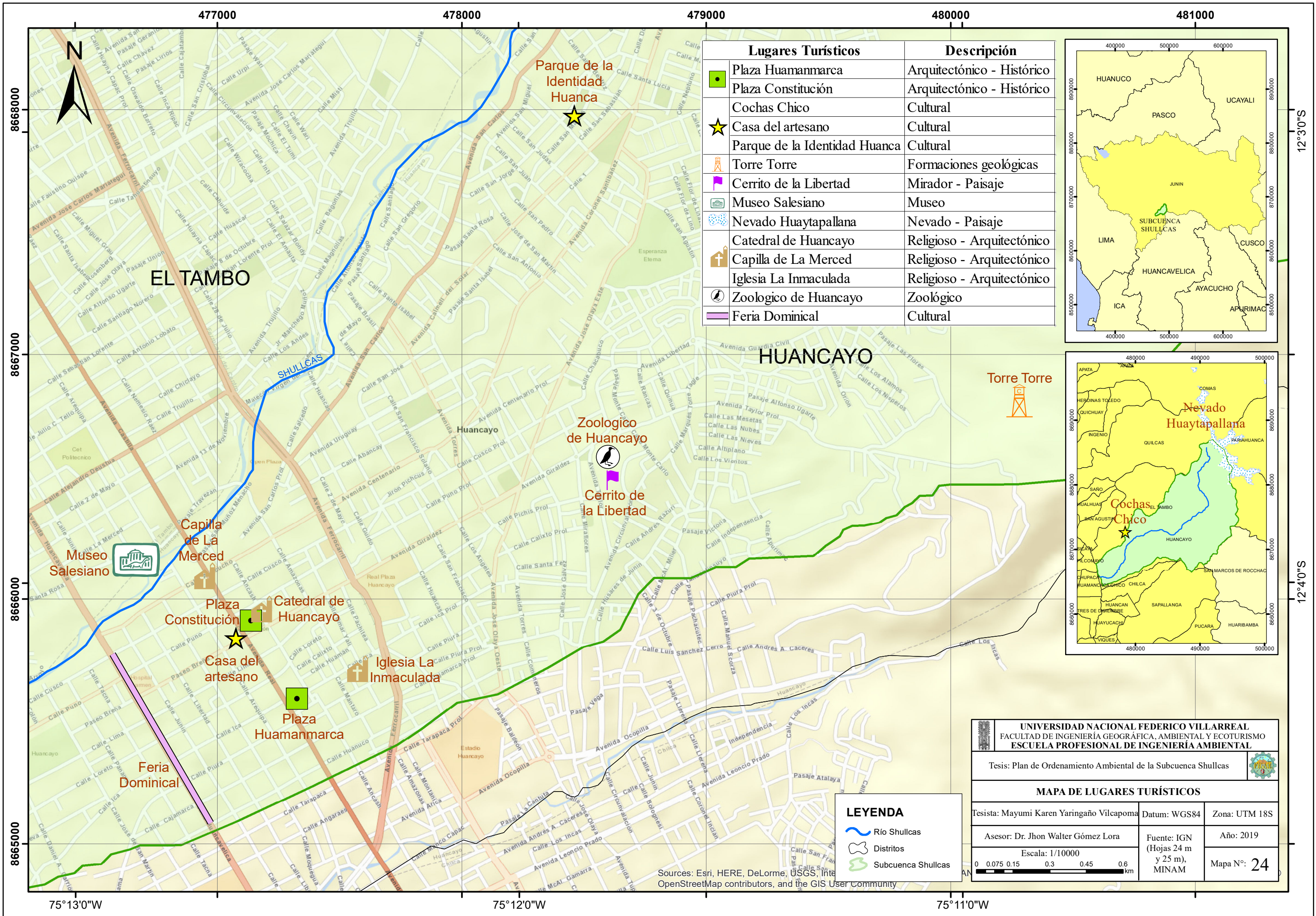
| Lugares Turísticos | Descripción |
|-------------------------------|--|
| Plaza Huamanmarca | Es la plaza más antigua de esta ciudad, en ella se fundó Huancayo como pueblo por Jerónimo de Silva en 1572, fue donde se originó la feria dominical, también fue escenario del fusilamiento de 3 héroes sicaínos en 1882 durante la Campaña de la Breña. |
| Plaza Constitución | Es donde se juramentó la Constitución liberal de Cádiz de 1812, de donde proviene su nombre. Es aquí donde se encuentran monumentos en honor al Mariscal Don Ramón Castilla, quien en esta ciudad decretó la abolición de la esclavitud en 1854. |
| Cochas Chico | Es un pueblo pintoresco, cuyos habitantes se dedican al burilado de mates reflejando así sus costumbres tradicionales. Se encuentra también la Cruz de la Paz con una altura de 18 m, la cual se construyó en señal de paz, a partir de torres de alta tensión destruidas en la época del terrorismo, esta resplandece el Valle del Mantaro y es muy visitado en semana santa. |
| Casa del artesano | Lugar donde se exhibe y vende textiles, artesanías, mates burilados, cerámicas, joyería y manualidades donde se plasman las costumbres y el arte de la región. |
| Parque de la Identidad Huanca | Sus construcciones están hechas con piedras y pirca, se pueden apreciar esculturas de danzantes de Huaylarsh, cantantes de música folklórica local y el mate burilado. |
| Torre | Son enormes torres geológicas se formaron debido a la erosión de vientos y lluvias. De aquí se obtiene una hermosa vista de la ciudad de Huancayo. |
| Cerrito de la Libertad | Es el mirador de la ciudad de Huancayo, cuenta con juegos recreativos, una piscina y una concha acústica, rodeado de restaurantes de comida típica de la región. |
| Museo Salesiano | Es parte del Colegio Particular Salesiano "Santa Rosa". Aquí se conserva una gran variedad de fauna del Perú, muestras de minerales, una colección de insectos, de arqueología, numismática y otros. |
| Nevado Huaytapallana | Significa "Lugar donde se recogen flores" ya que en las partes bajas de este nevado florece el Sumarchuncho solo en semana santa. Es |

| Lugares Turísticos | Descripción |
|---------------------------|--|
| | un lugar excelente para la práctica de trekking, observándose a su vez, las lagunas que ahí se encuentran. |
| Catedral de Huancayo | Se encuentra en la Plaza Constitución, fue elevada a Iglesia Catedral en 1955, es considerada monumento histórico nacional y tiene un estilo barroco neoclásico, además conserva pinturas de la Escuela Cuzqueña de Pintura. |
| Capilla de La Merced | Presenta un estilo arquitectónico colonial, aquí se realizó el primer congreso constituyente que promulgó la primera Constitución Política del Perú en 1839. |
| Iglesia La Inmaculada | Tiene un valor arquitectónico por su estilo renacentista, en sus afueras se ubican diversas orquestas de música típica de Huancayo. |
| Zoológico de Huancayo | Se encuentra en el Cerrito de la Libertad y cuenta con alrededor de 70 especies y 330 animales. |
| Feria Dominical | Se realiza los domingos a lo largo de la Av. Huancavelica, aquí se venden artesanías, como son los mates burilados, cerámicas, platerías y tejidos, además de comidas típicas de la región. |

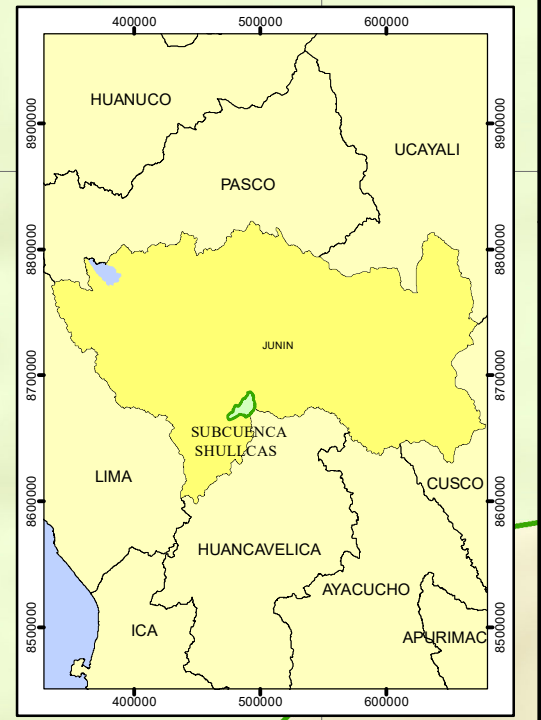
Fuente: Adaptado de (Huancayo Perú, la mayor información de la ciudad incontrastable, 2010), (Wapa PE, 2018) y (De La Cruz, M. et al., 2018)

El mapa de lugares turísticos de la Subcuenca Shullcas se presenta a continuación (Ver Mapa

24):



| Lugares Turísticos | Descripción | |
|--------------------|-------------------------------|----------------------------|
| | Plaza Huamanmarca | Arquitectónico - Histórico |
| | Plaza Constitución | Arquitectónico - Histórico |
| | Cochas Chico | Cultural |
| | Casa del artesano | Cultural |
| | Parque de la Identidad Huanca | Cultural |
| | Torre Torre | Formaciones geológicas |
| | Cerrito de la Libertad | Mirador - Paisaje |
| | Museo Salesiano | Museo |
| | Nevado Huaytapallana | Nevado - Paisaje |
| | Catedral de Huancayo | Religioso - Arquitectónico |
| | Capilla de La Merced | Religioso - Arquitectónico |
| | Iglesia La Inmaculada | Religioso - Arquitectónico |
| | Zoológico de Huancayo | Zoológico |
| | Feria Dominical | Cultural |



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE LUGARES TURÍSTICOS

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: IGN (Hojas 24 m y 25 m), MINAM Año: 2019

Escala: 1/10000

0 0.075 0.15 0.3 0.45 0.6 km

Mapa N°: 24

LEYENDA

- Río Shullcas
- Distritos
- Subcuenca Shullcas

Sources: Esri, HERE, DeLorme, USGS, Intel, OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

4.2.ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La Zonificación Ambiental, es la base para determinar cómo se deben utilizar de la mejor manera los espacios del territorio, buscando así un equilibrio hombre naturaleza, de tal manera que se garantice para las generaciones futuras la sostenibilidad en términos ambientales, socioeconómicos y culturales, además en un ejercicio dinámico, flexible el cual debe ser revisado y ajustado constantemente de acuerdo a las dinámicas sociales y a las eventualidades imprevistas como son las catástrofes naturales (Mamaskato Foundation, s.f.).

La Zonificación Ambiental de la Subcuenca Shullcas, se realizó teniendo en cuenta los lineamientos siguientes:

- D.S. N° 087 2004-PCM, el cual es el Reglamento de la Z.E.E.
- D.S. N° 010-2006-CONAM, el cual es la Metodología para la Z.E.E.
- Guía Técnica de Modelamiento SIG para Z.E.E. realizada por el MINAM en el 2010.

La base de datos utilizados en la Zonificación Ambiental son los mapas temáticos elaborados en la etapa de diagnóstico, además de los mapas digitalizados de estudios anteriores realizados en la zona de estudio. Asimismo, los criterios seleccionados para su evaluación se adecuan a la información recopilada previamente verificada con la obtenida de campo.

4.2.1. Objetivos de la Zonificación Ambiental

- Identificar y caracterizar las Unidades Ambientales (UA), es decir, unidades espaciales similares, mediante la integración de los aspectos físicos, biológicos, sociales y culturales (mapas temáticos) del área de estudio.
- Identificar alternativas de uso sostenible de cada Unidad Ambiental, mediante su análisis e interpretación, para así formular las propuestas de proyectos.

4.2.2. Proceso de Zonificación Ambiental

La Zonificación Ambiental se obtiene a partir de la integración de submodelos, los cuales son determinados en función de sus objetivos (Aramburú, 2015). Posteriormente se integran dichos submodelos, para luego obtener un modelo final y así poder identificar las Unidades Ambientales del área de estudio.

4.2.3. Submodelos de la Zonificación Ambiental

Para esta investigación, se ha considerado la integración de cuatro submodelos para la determinación de las unidades ambientales, los cuales se muestran en la siguiente figura (Ver Figura 55):

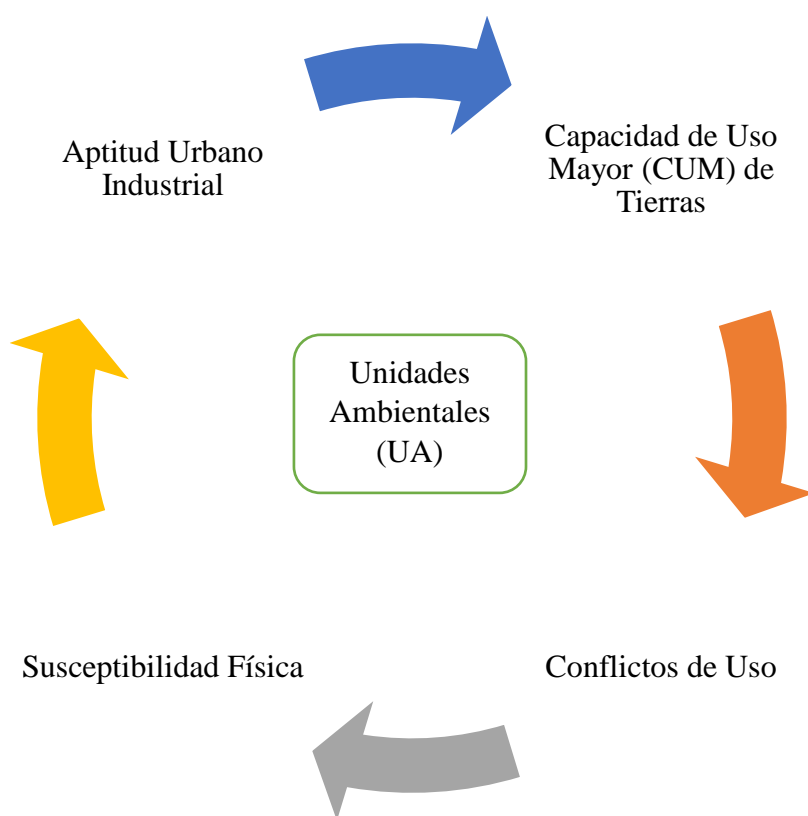


Figura 55. Submodelos de la Zonificación Ambiental

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.1. Capacidad de Uso Mayor (CUM) de Tierras

La Capacidad de Uso Mayor de una superficie geográfica asigna a cada unidad de suelo su uso y manejo más apropiado, considerando sus características edáficas (pendiente y suelo) y climáticas (zonas de vida). Ello implica que el uso asignado deberá conducir a la no degradación del suelo por erosión, salinización, hidromorfismo u otros (DS N° 017-2009-AG., 2009).

- **Matriz de descripción del modelo:**

La matriz de descripción del modelo de Capacidad de Uso Mayor de Tierras se presenta en la siguiente tabla (Ver Tabla 72):

Tabla 72. Descripción del modelo de Capacidad de Uso Mayor de Tierras

| Submodelo | Capacidad de Uso Mayor de Tierras | | | | |
|----------------------------------|--|-----------|----------------|---------------|----------------------|
| Objetivo | Determinar las unidades de suelos de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones dentro del contexto agrario. | | | | |
| Datos requeridos | a. Zonas de vida | b. Suelos | c. Fisiografía | d. Pendientes | e. Cobertura vegetal |
| Criterios | a. Brinda la información climática y ecológica, a partir del cual se obtiene el grupo de CUM | | | | |
| | b. Brinda las características edáficas, entre las que se encuentran, profundidad, textura y drenaje, para su posterior valoración. | | | | |
| | c. Brinda las características de microrelieve para su posterior valoración. | | | | |
| | d. Permite identificar el porcentaje de pendiente para su posterior valoración. | | | | |
| | e. Identifica zonas de protección, entre ellos nevados, cuerpos de agua y áreas urbanas. | | | | |
| Procedimiento de Análisis | <ul style="list-style-type: none"> • Determinación del grupo de CUM en base a las claves interpretativas del anexo III A del DS N° 017-2009-AG (Ver Anexos 33 al 36), los cuales confrontan el mapa ecológico de zonas de vida con los demás mapas. <i>Geoprocessing tool - Union</i> | | | | |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Determinación de clase de CUM, haciendo uso de las claves para determinar la calidad agrológica del anexo III B del reglamento (Ver Anexos 37 al 40), los cuales son matrices de valoración para las características de los mapas de suelos, fisiografía, pendientes y cobertura vegetal. <i>Add field</i> • Determinación de la subclase de CUM en base al anexo III B del DS N° 017-2009-AG (Ver Anexos 37 al 40), teniendo en cuenta las limitaciones edáficas, topográficas o climáticas. <i>Field calculator – max field</i> • Elaboración del mapa temático del submodelo. |
|--|--|

Fuente: Elaboración propia

Los mapas temáticos utilizados para determinar la Capacidad de Uso Mayor de Tierras son los siguientes (Ver Figura 56):

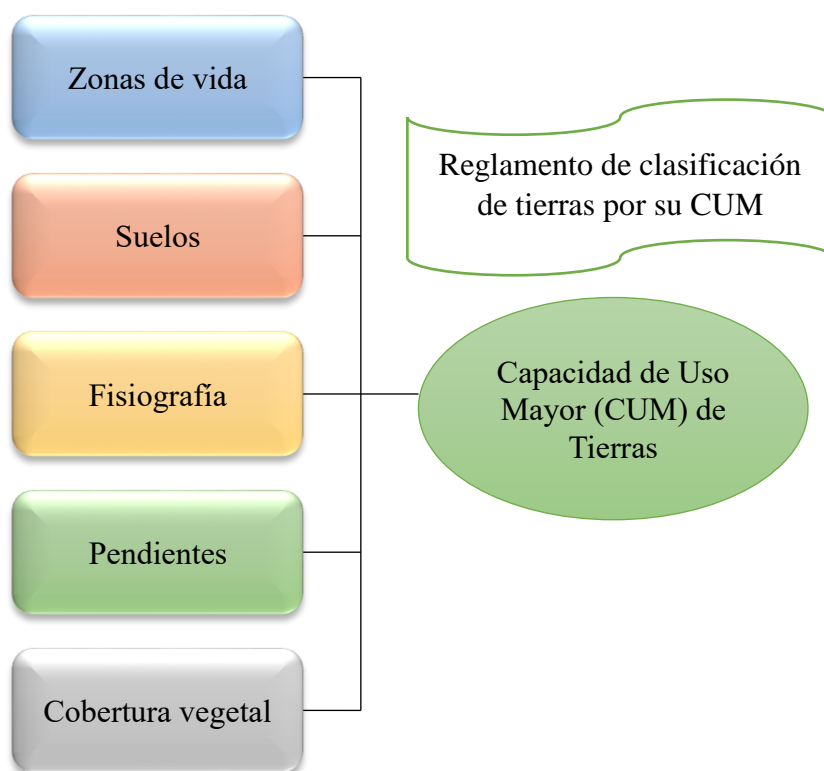


Figura 56. Mapas temáticos utilizados para determinar la CUM de Tierras

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de este mapa se tuvo en cuenta los lineamientos del Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor, elaborado el 2009, el cual tiene una metodología multidisciplinaria para determinar las unidades de suelos, las cuales son agrupadas de acuerdo con los parámetros establecidos para la definición de su grupo, clase y subclase, tal como se muestra en la siguiente tabla (Ver Tabla 73):

Tabla 73. Grupo, clase y factores limitantes de la Capacidad de Uso Mayor del Suelo

| Grupo de Capacidad de Uso Mayor | | | | |
|---|---|---------------------------|--|-----------------------|
| A | C | P | F | X |
| Tierras aptas para cultivos en limpio | Tierras aptas para cultivos permanentes | Tierras aptas para pastos | Tierras aptas para producción forestal | Tierras de protección |
| Clase de Capacidad de Uso Mayor | | | | |
| 1 | Calidad agrológica alta | | | |
| 2 | Calidad agrológica media | | | |
| 3 | Calidad agrológica baja | | | |
| Factores limitantes y otros rasgos | | | | |
| s | Suelo | | | |
| l | Salinidad | | | |
| e | Erosión | | | |
| w | Drenaje | | | |
| i | Inundación | | | |
| c | Clima | | | |
| (r) | Necesidad de riego | | | |
| (t) | Uso temporal | | | |

Fuente: Adaptado de (DS N° 017-2009-AG., 2009)

De acuerdo al submodelo de Capacidad de Uso Mayor de Tierras elaborado, en la Subcuenca Shullcas se encontraron 3 grupos, los cuales se subdividen por su calidad agrológica y sus limitaciones. Conforme al D.S. N° 017-2009-AG del 2009, se describen cada uno de ellos a continuación:

a) Tierras aptas para cultivos en limpio (A)

Son tierras con características favorables para la producción de cultivos en limpio que necesitan araduras periódicas del suelo, estas ocupan el 10.01% de nuestra zona de estudio y además son pertenecientes a la clase 3.

a.1) Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica baja (A3)

Son tierras de baja calidad con fuertes limitaciones climáticas, edáficas o de relieve, las cuales reducen significativamente la capacidad productiva de cultivos. Requieren prácticas intensas y especiales de manejo y conservación de suelos para evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible, estas ocupan el 10.01% de nuestra zona de estudio, las cuales se subdividen en dos subclases:

- Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, limitada por suelo y clima. (A3sc), las cuales ocupan el 7.65% de la zona de estudio.
- Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, limitada por suelo, erosión y clima. (A3sec), las cuales ocupan el 2.35% de la zona de estudio.

b) Tierras aptas para pastos (P)

Son tierras con características favorables para la producción de pastos naturales o cultivados para el pastoreo continuado o temporal, estas ocupan el 25.69% de nuestra zona de estudio y además son pertenecientes a la clase 3.

b.1) Tierras aptas para pastos con calidad agrológica baja (P3)

Son tierras con fuertes limitaciones climáticas, edáficas o de relieve para el crecimiento de pastos. Requieren de la aplicación de prácticas intensas de manejo de suelos y pastos para el desarrollo de una ganadería sostenible, evitando el deterioro del suelo, estas ocupan el 18.13% de nuestra zona de estudio, las cuales se subdividen en dos subclases:

- Tierras aptas para pastos con calidad agrológica baja, limitada por suelo y erosión. (P3se), las cuales ocupan el 6.40% de la zona de estudio.
- Tierras aptas para pastos con calidad agrológica baja, limitada por suelo, erosión y clima. (P3sec), las cuales ocupan el 10.05% de la zona de estudio.
- Tierras aptas para pastos con calidad agrológica baja, limitada por suelo, drenaje y clima. (P3swc), las cuales ocupan el 1.68% de la zona de estudio.

b.2) Tierras aptas para pastos con calidad agrológica media (P2)

Son tierras con medianas limitaciones y limitaciones climáticas, edáficas o de relieve para el crecimiento de pastos. Requieren de la aplicación de prácticas moderadas de manejo de suelos y pastos para evitar el deterioro del suelo y mantener una producción sostenible, estas ocupan el 7.56% de nuestra zona de estudio, la cual se subdivide en:

- Tierras aptas para pastos con calidad agrológica media, limitada por suelo y clima. (P2sc), las cuales ocupan el 7.56% de la zona de estudio.

c) Tierras de Protección (X)

Son tierras que tienen limitaciones severas climáticas, edáficas y de relieve, además no presentan clases de capacidad de uso (calidad agrológica), estas ocupan el 64.31% de nuestra zona de estudio, las cuales se subdividen en dos debido a sus limitaciones. En este grupo también se encuentran los nevados, ríos y lagunas y zonas urbanas por contribuir al beneficio del estado.

- Tierras de Protección, limitada en suelo y erosión. (Xse), las cuales ocupan el 1.40% de la zona de estudio.
- Tierras de protección, limitada en suelo, erosión y clima. (Xsec), las cuales ocupan el 52.46% de la zona de estudio.
- Nevados (N), las cuales ocupan el 2.03% de la zona de estudio.

- Ríos (R), las cuales ocupan el 0.09% de la zona de estudio.
- Lagunas (Lag), las cuales ocupan el 0.67% de la zona de estudio.
- Área Urbana (AU), las cuales ocupan el 7.67% de la zona de estudio.

La categoría que más predomina en la Subcuenca son las “Tierras de protección, limitada en suelo, erosión y clima” (Xsec) con un 52.45% del área total, seguido de las “Tierras aptas para pastos con calidad agrológica baja, limitada por suelo, erosión y clima” (P3sec) con un 10.05%, seguido de “Área urbana” (AU) ocupando el 7.67% del área de estudio (Ver Tabla 74 y Figura 57).

Tabla 74. Capacidad de Uso Mayor de Tierras de la Subcuenca Shullcas

| Capacidad de Uso Mayor de Tierras | | | |
|--|--|------------------------------|-----------------|
| Símbolo | Descripción | Área (km²) | Área (%) |
| A3sc | Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, limitada por suelo y clima | 17.42 | 7.65 |
| A3sec | Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, limitada por suelo, erosión y clima | 5.36 | 2.35 |
| P2sc | Tierras aptas para pastos con calidad agrológica media, limitada por suelo y clima | 17.19 | 7.56 |
| P3se | Tierras aptas para pastos con calidad agrológica baja, limitada por suelo y erosión | 14.57 | 6.40 |
| P3sec | Tierras aptas para pastos con calidad agrológica baja, limitada por suelo, erosión y clima | 22.86 | 10.05 |
| P3swc | Tierras aptas para pastos con calidad agrológica baja, limitada por suelo, drenaje y clima | 3.82 | 1.68 |
| Xse | Tierras de Protección, limitada en suelo y erosión | 3.18 | 1.40 |
| Xsec | Tierras de protección, limitada en suelo, erosión y clima | 119.38 | 52.46 |
| N | Nevados | 4.62 | 2.03 |
| R | Ríos | 0.20 | 0.09 |
| Lag | Lagunas | 1.51 | 0.67 |
| AU | Área urbana | 17.45 | 7.67 |
| Área total | | 227.57 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia

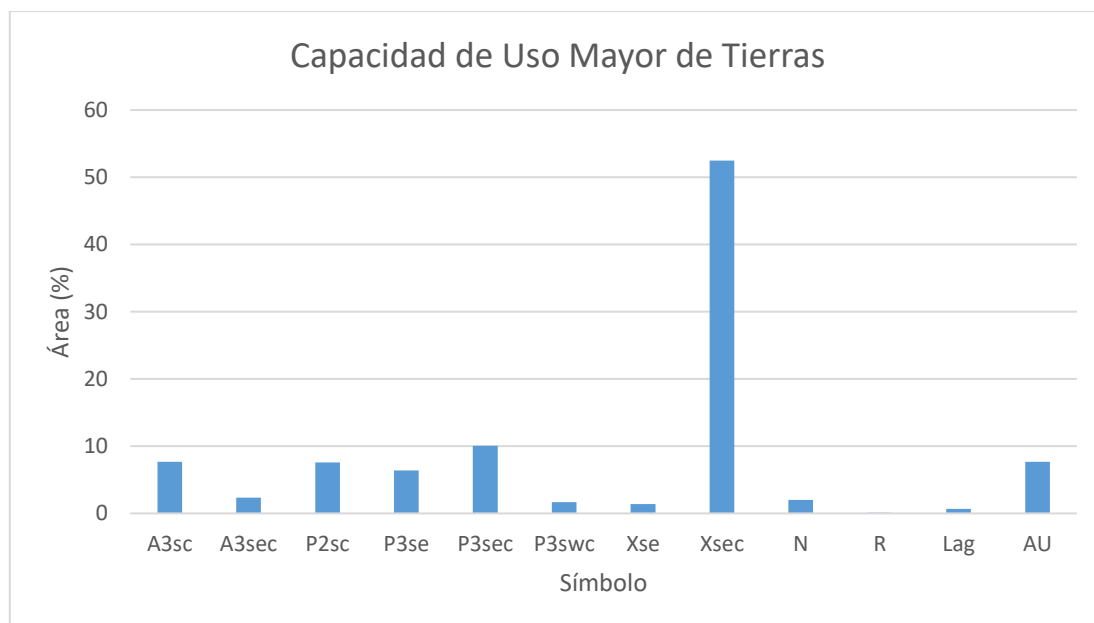
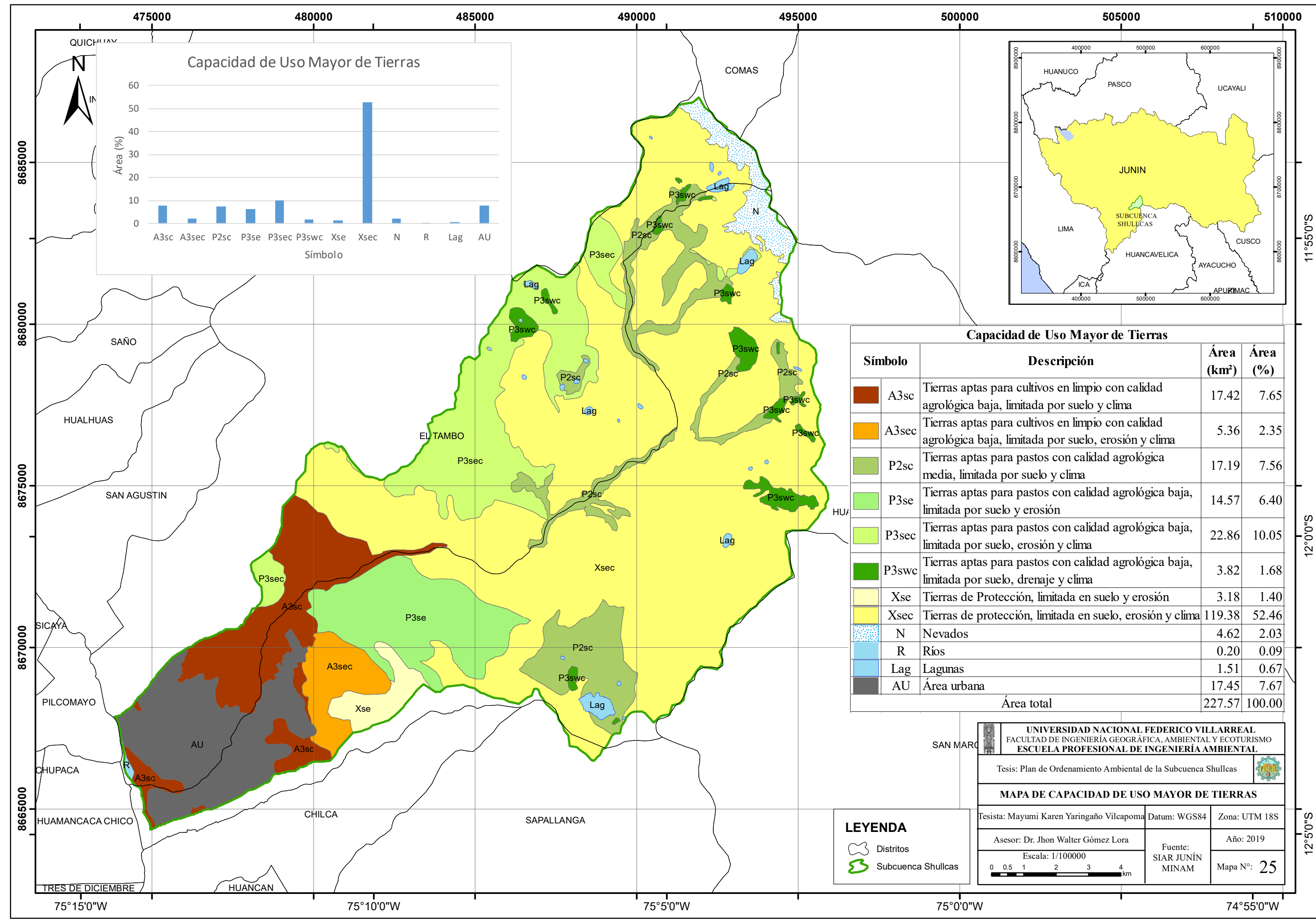


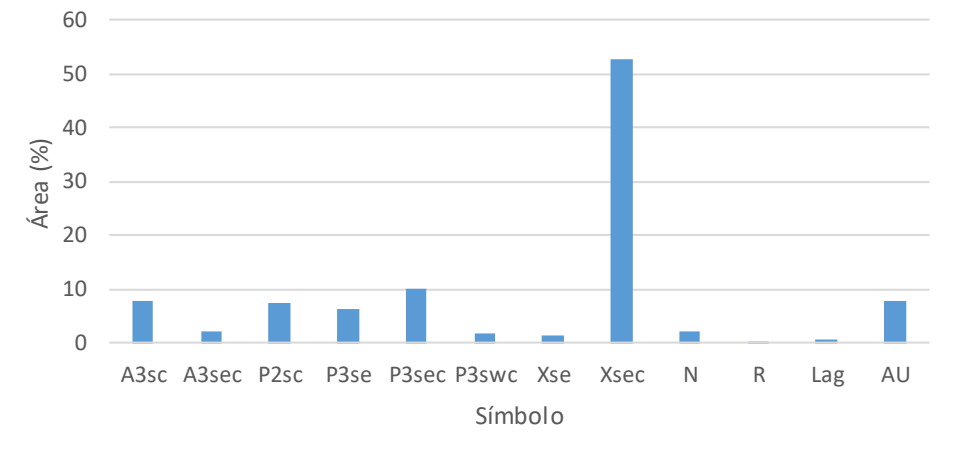
Figura 57. Capacidad de Uso Mayor de Tierras de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

El mapa de Capacidad de Uso Mayor se presenta a continuación (Ver Mapa 25):



Capacidad de Uso Mayor de Tierras



Capacidad de Uso Mayor de Tierras

| Símbolo | Descripción | Área (km ²) | Área (%) |
|------------|--|-------------------------|----------|
| A3sc | Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, limitada por suelo y clima | 17.42 | 7.65 |
| A3sec | Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica baja, limitada por suelo, erosión y clima | 5.36 | 2.35 |
| P2sc | Tierras aptas para pastos con calidad agrológica media, limitada por suelo y clima | 17.19 | 7.56 |
| P3se | Tierras aptas para pastos con calidad agrológica baja, limitada por suelo y erosión | 14.57 | 6.40 |
| P3sec | Tierras aptas para pastos con calidad agrológica baja, limitada por suelo, erosión y clima | 22.86 | 10.05 |
| P3swc | Tierras aptas para pastos con calidad agrológica baja, limitada por suelo, drenaje y clima | 3.82 | 1.68 |
| Xse | Tierras de Protección, limitada en suelo y erosión | 3.18 | 1.40 |
| Xsec | Tierras de protección, limitada en suelo, erosión y clima | 119.38 | 52.46 |
| N | Nevados | 4.62 | 2.03 |
| R | Ríos | 0.20 | 0.09 |
| Lag | Lagunas | 1.51 | 0.67 |
| AU | Área urbana | 17.45 | 7.67 |
| Área total | | 227.57 | 100.00 |

LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma | Datum: WGS84 | Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora | Fuente: SIAR JUNÍN MINAM | Año: 2019

Escala: 1/100000 | Mapa N°: 25

4.2.3.2. Conflictos de Uso

El submodelo de Conflictos de Uso está orientado a identificar las áreas donde existe incompatibilidad, es decir, de sitios de uso no concordantes con su vocación natural, así como sitios en uso en concordancia natural, pero con problemas ambientales por el mal manejo, del mismo modo de sitios con conflictos entre las actividades sociales, económicas y con el patrimonio cultural (MINAM, 2010).

- **Matriz de descripción del modelo:**

La matriz de descripción del modelo de Conflictos de Uso se presenta en la siguiente tabla (Ver Tabla 75):

Tabla 75. Descripción del modelo de Conflictos de Uso

| Submodelo | Conflictos de Uso | |
|----------------------------------|--|--------------------------|
| Objetivo | Determinar áreas donde la CUM y el uso actual son incompatibles. | |
| Datos requeridos | a. Capacidad de Uso Mayor de Tierras | b. Uso Actual de Tierras |
| Criterios | a. Brinda las diferentes unidades de suelos de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones, dentro del contexto agrario. | |
| | b. Brinda información de la ocupación que se le da a las tierras en el presente. | |
| Procedimiento de Análisis | <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de conflictos mediante la matriz multicriterio que compara la CUM de tierras con el Uso Actual. <i>Geoprocessing tool - Union</i> • Elaboración del mapa temático del submodelo. | |

Fuente: Elaboración propia

Los mapas temáticos utilizados para determinar los Conflictos de Uso son los siguientes (Ver Figura 58):

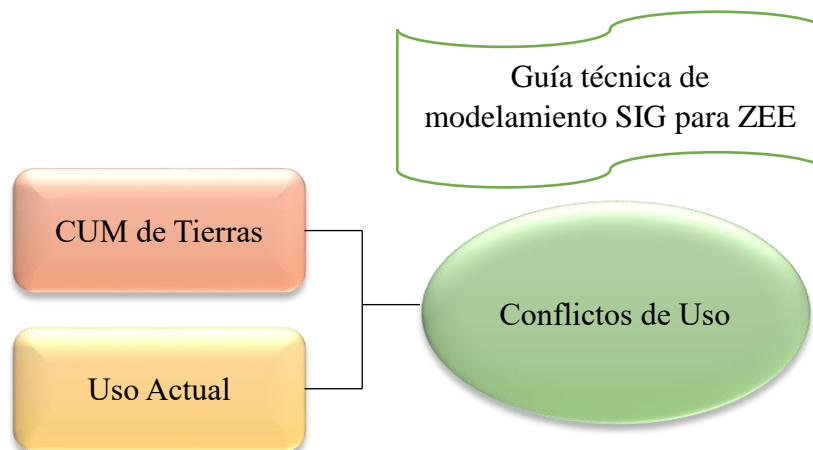


Figura 58. Mapas temáticos utilizados para determinar el Conflicto de Uso

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de este mapa se integró el mapa de capacidad de uso mayor de tierras para considerar la máxima vocación del suelo con el mapa de uso actual. Se utilizó la matriz multicriterio de la Guía técnica de modelamiento Sistemas de Información Geográfica para la Zonificación Ecológica Económica elaborado el 2010, la cual compara ambos mapas para identificar así su incompatibilidad, entre los cuales se encuentran: Conflictos por Sobre uso, Conflictos por Sub uso y Uso Conforme, como se observa en la siguiente tabla (Ver Tabla 76):

Tabla 76. Matriz multicriterio para determinar el Conflicto de Uso

| CUM \ Uso Actual | Cultivos Agrícolas | Pastos naturales | Bosques naturales | Plantaciones forestales |
|--|--------------------|------------------|-------------------|-------------------------|
| Tierras aptas para cultivos en limpio (A) | Uso conforme | Sub uso | Sub uso | Sub uso |
| Tierras aptas para cultivos permanentes (C) | Sobre uso | Sub uso | Sub uso | Sub uso |
| Tierras aptas para plantaciones forestales (F) | Sobre uso | Sub uso | Uso conforme | Uso conforme |
| Tierras aptas para pastos (P) | Sobre uso | Uso conforme | Sub uso | Sub uso |
| Tierras de protección (X) | Sobre uso | Uso conforme | Uso conforme | Sobre uso |

Fuente: Adaptado de (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2010)

De acuerdo al submodelo de Conflictos de Uso elaborado, en la Subcuenca Shullcas se encontraron:

a) Tierras con conflictos por Sobre uso:

Son tierras en las que el Uso Actual está por encima de su CUM de tierras, estas ocupan el 5.71% de la zona de estudio. Se presentan los siguientes casos, los cuales se muestran en la siguiente tabla (Ver Tabla 77):

Tabla 77. Conflictos por sobre uso

| CUM | Uso Actual | Área (km ²) | Área (%) |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|
| Tierras aptas para pastos | Cultivos agrícolas | 5.53 | 2.43 |
| Tierras de protección | | 5.83 | 2.56 |
| | Plantaciones forestales | 1.64 | 0.72 |

Fuente: Elaboración propia

b) Tierras con conflictos por Sub uso:

Son tierras en las que el Uso Actual está por debajo de su CUM de tierras, estas ocupan el 1.92% de la zona de estudio. Se presentan los siguientes casos, los cuales se muestran en la siguiente tabla (Ver Tabla 78):

Tabla 78. Conflictos por sub uso

| CUM | Uso Actual | Área (km ²) | Área (%) |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|
| Tierras aptas para cultivos en limpio | Bosques naturales | 2.90 | 1.27 |
| | Plantaciones forestales | 1.21 | 0.53 |
| | Pastos naturales | 1.89 | 0.83 |
| Tierras aptas para pastos | Bosques naturales | 2.73 | 1.20 |
| | Plantaciones forestales | 0.90 | 0.40 |

Fuente: Elaboración propia

c) Tierras con Uso conforme:

Son tierras en las que no existe conflictos de ningún tipo, es decir el Uso Actual está acorde a su CUM de tierras, estas ocupan el 90.14% de la zona de estudio. Se presentan los siguientes casos, los cuales se muestran en la siguiente tabla (Ver Tabla 79):

Tabla 79. Sin conflictos o Uso conforme

| CUM | Uso Actual | Área (km ²) | Área (%) | |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------------|----------|-------|
| Tierras aptas para cultivos en limpio | Cultivos agrícolas | 16.77 | 7.37 | 90.06 |
| Tierras aptas para pastos | Pastos naturales | 49.29 | 21.66 | |
| Tierras de protección | Bosques naturales | 11.17 | 4.91 | |
| | Pastos naturales | 103.93 | 45.67 | |
| Nevados | Nevados | 4.62 | 2.03 | |
| Ríos | Ríos | 0.20 | 0.09 | |
| Lagunas | Lagunas | 1.51 | 0.67 | |
| Área urbana | Área urbana | 17.45 | 7.67 | |

Fuente: Elaboración propia

Según el submodelo de Conflictos de Uso, lo que más predomina en la Subcuenca son las “Tierras con Uso conforme” ocupando el 90.06%, seguido de las “Tierras con Conflictos por Sobre uso” con un 5.71%, y por último las “Tierras con Conflictos por Sub uso” ocupando el 4.24% del área de estudio (Ver Tabla 80 y Figura 59).

Tabla 80. Conflictos de Uso de la Subcuenca Shullcas

| Compatibilidad | Área (km ²) | Área (%) |
|-------------------------|-------------------------|----------|
| Conflicto por Sobre uso | 12.99 | 5.71 |
| Conflicto por Sub uso | 9.64 | 4.24 |
| Uso conforme | 204.94 | 90.06 |
| Total | 227.57 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia

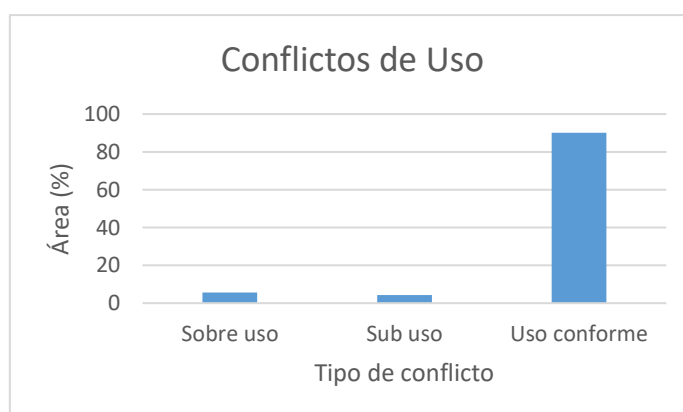
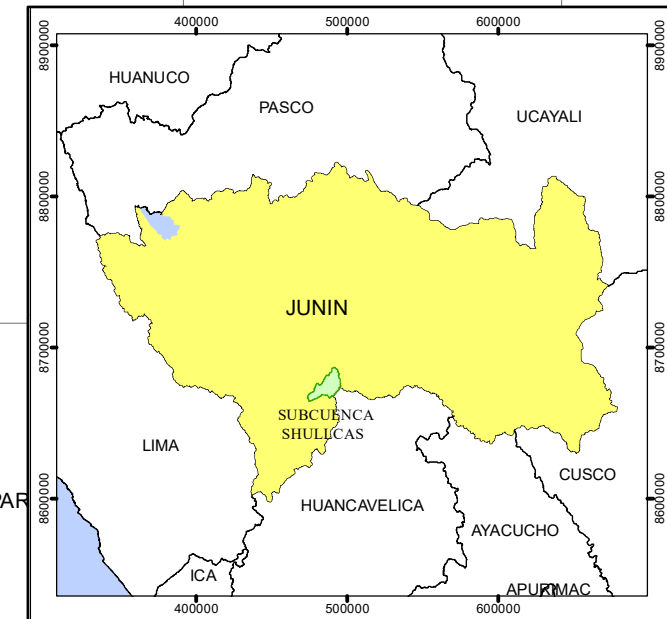
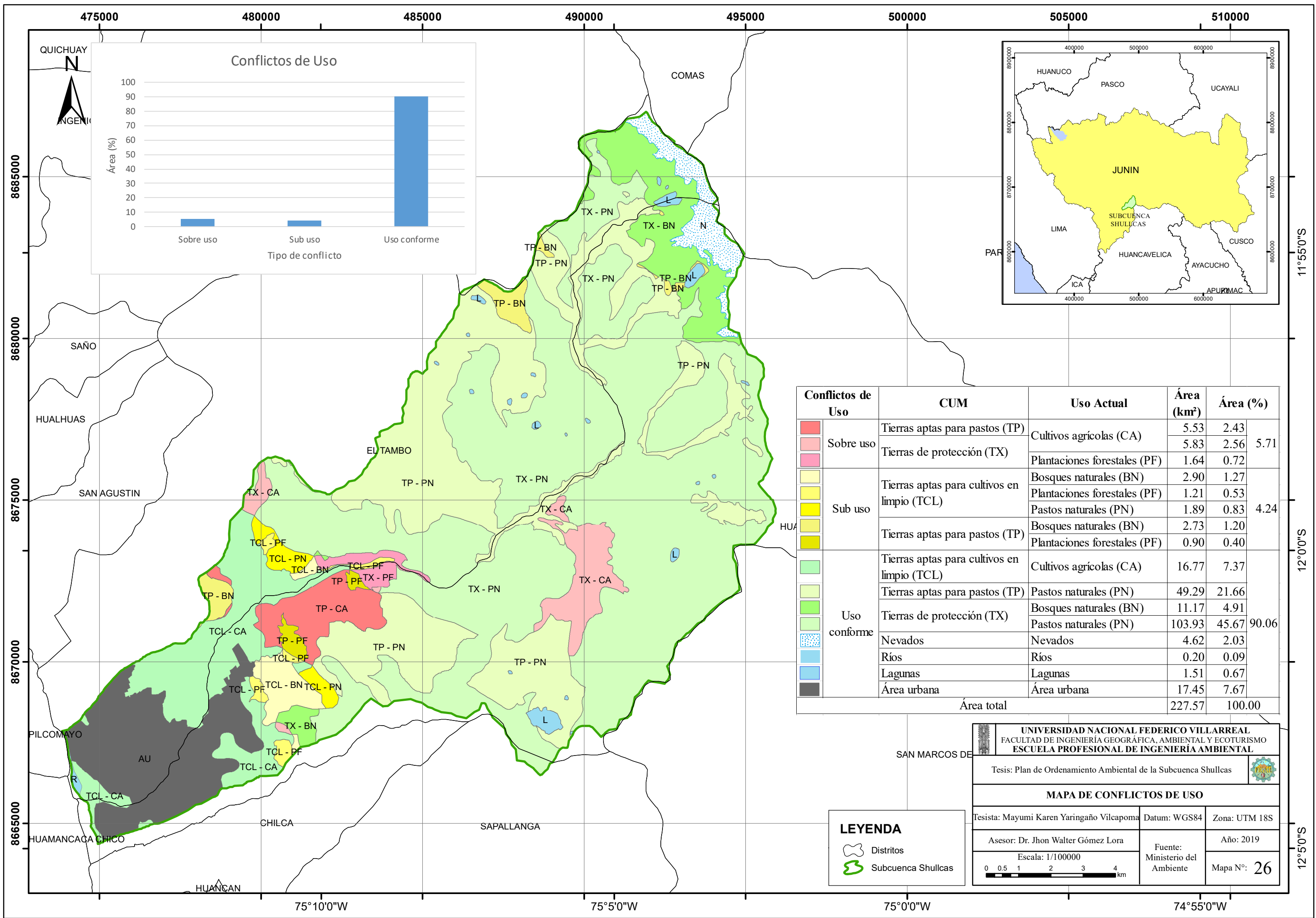


Figura 59. Conflictos de Uso de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

El mapa de Conflictos de Uso se presenta a continuación (Ver Mapa 26):



| Conflictos de Uso | CUM | Uso Actual | Área (km ²) | Área (%) |
|-------------------|---|------------------------------|-------------------------|----------|
| Sobre uso | Tierras aptas para pastos (TP) | Cultivos agrícolas (CA) | 5.53 | 2.43 |
| | Tierras de protección (TX) | Cultivos agrícolas (CA) | 5.83 | 2.56 |
| | | Plantaciones forestales (PF) | 1.64 | 0.72 |
| Sub uso | Tierras aptas para cultivos en limpio (TCL) | Bosques naturales (BN) | 2.90 | 1.27 |
| | | Plantaciones forestales (PF) | 1.21 | 0.53 |
| | Tierras aptas para pastos (TP) | Pastos naturales (PN) | 1.89 | 0.83 |
| | | Bosques naturales (BN) | 2.73 | 1.20 |
| | Plantaciones forestales (PF) | 0.90 | 0.40 | |
| Uso conforme | Tierras aptas para cultivos en limpio (TCL) | Cultivos agrícolas (CA) | 16.77 | 7.37 |
| | Tierras aptas para pastos (TP) | Pastos naturales (PN) | 49.29 | 21.66 |
| | Tierras de protección (TX) | Bosques naturales (BN) | 11.17 | 4.91 |
| | | Pastos naturales (PN) | 103.93 | 45.67 |
| | Nevados | Nevados | 4.62 | 2.03 |
| | Ríos | Ríos | 0.20 | 0.09 |
| | Lagunas | Lagunas | 1.51 | 0.67 |
| Área urbana | Área urbana | 17.45 | 7.67 | |
| Área total | | | 227.57 | 100.00 |

LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE CONFLICTOS DE USO

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: Ministerio del Ambiente Año: 2019

Escala: 1/100000 Mapa N°: 26

4.2.3.3. Susceptibilidad Física

La susceptibilidad física se refiere a la mayor o menor predisposición de un espacio geográfico a ser modificado por eventos naturales, es decir, la probabilidad de degradación natural de una unidad territorial, debido a sus condiciones físicas frente a la acción directa de agentes atmosféricos y procesos geodinámicas (movimiento en masa, erosión, inundación, etc.) (MINAM, 2011)

- **Matriz de descripción del modelo:**

La matriz de descripción del modelo de Susceptibilidad Física se presenta en la siguiente tabla (Ver Tabla 81):

Tabla 81. Descripción del modelo de Susceptibilidad Física

| Submodelo | Susceptibilidad Física | | | | |
|----------------------------------|---|----------------|---------------|------------------|----------------------|
| Objetivo | Determinar el grado de susceptibilidad (bajo, medio, alto y muy alto) frente a la modificación del territorio debido a eventos naturales. | | | | |
| Datos requeridos | a. Geología | b. Fisiografía | c. Pendientes | d. Precipitación | e. Cobertura vegetal |
| Criterios | a. Brinda las características litológicas | | | | |
| | b. Brinda las características del relieve | | | | |
| | c. Permite analizar la erosión del suelo relacionado con la pendiente | | | | |
| | d. Permite analizar la erosión del suelo relacionado con la lluvia | | | | |
| | e. Brinda las características de densidad de vegetación | | | | |
| Procedimiento de Análisis | <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el grado de susceptibilidad (bajo 1, medio 2, alto 3 y muy alto 4) de las áreas de cada mapa temático por separado (univariable). <i>Tool Polygon to raster</i> • Determinar el grado de susceptibilidad de la integración de todos los mapas (multivariable), teniendo en cuenta que cada uno tiene diferente peso (geología 2, fisiografía 2, pendientes 1, precipitación 1 y cobertura vegetal 1). <i>Tool Raster calculator</i> | | | | |

- Elaboración del mapa temático del submodelo. *Tool Raster to polygon*

Fuente: Elaboración propia

Los mapas temáticos utilizados para determinar la Susceptibilidad Física son los siguientes

(Ver Figura 60):

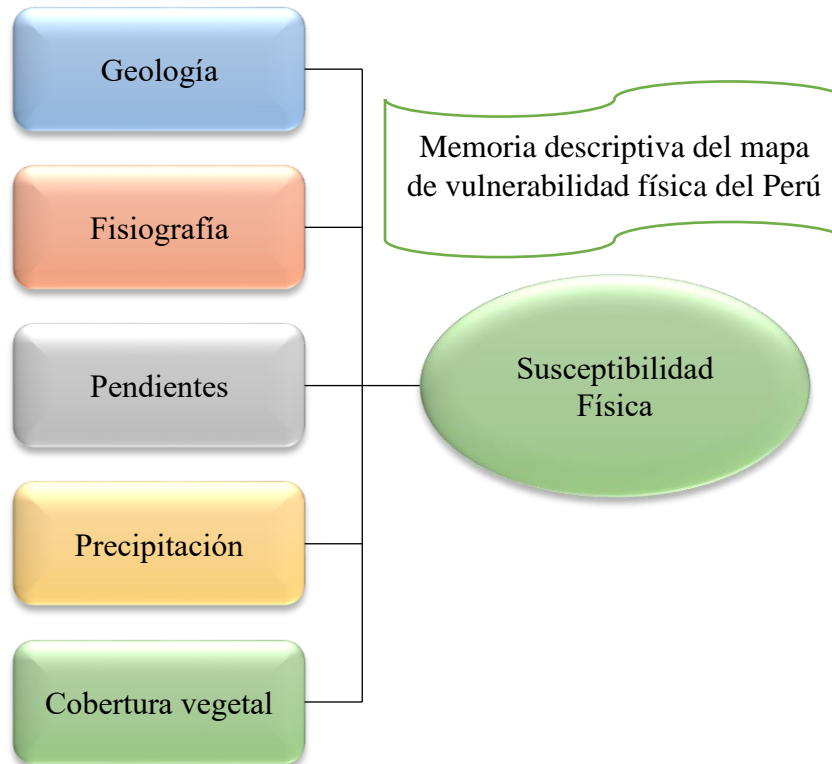


Figura 60. Mapas temáticos utilizados para determinar la Susceptibilidad Física

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de este mapa se tuvo en cuenta los lineamientos utilizados en la Memoria descriptiva del mapa de vulnerabilidad física del Perú elaborado el 2011, el cual tiene una tabla de criterios de valoración para la elaboración del mapa de susceptibilidad física y la fórmula matemática para la determinación de la susceptibilidad física total (Ver Tabla 82).

Tabla 82. Criterios de valoración para la Susceptibilidad Física

| Variables temáticas | Grado | Valor | Descripción |
|--|----------|-------|---|
| Geología: Litología, se analizó desde sus características litológicas, con la finalidad de entender como es el relieve, como es su comportamiento y cuál es el grado de resistencia física de la roca ante agentes erosivos, tectónicos y en general ante procesos de desestabilización, asimismo, se analizó el factor estructural de estabilidad, el cual se calificó de acuerdo a las características físicas y químicas de la roca. | Bajo | 1 | Rocas duras intrusivas de tipo granito, granodioritas. Se comportan muy estables y difícilmente erosivas. |
| | Medio | 2 | Conglomerados basálticos, presencia de areniscas, esquistos y mica esquistos. Secuencia de areniscas y lutitas, presencia de cuarcitas, pizarras. Se comportan con mediana estabilidad. |
| | Alto | 3 | Materiales poco consolidados de arenas, limos y arcillas, clastos sub-redondeados y sub-angulosos. Presencia de areniscas cuarzosas. |
| | Muy alto | 4 | Depósitos sedimentarios poco consolidados, conglomerados moderadamente consolidados. Se comportan muy inestablemente y altamente erosivas. |
| Fisiografía: Se analizó desde sus características del relieve relacionado con sus pendientes y drenaje. El relieve topográfico expresa su modelado a través del tiempo y por acción de los agentes como la escorrentía superficial, erosión hídrica o eólica, sobre materiales estables o inestables y acelerados por una mayor o menor pendiente. | Bajo | 1 | Se describen como las terrazas medias a altas con drenaje bueno a moderado |
| | Medio | 2 | Se describen las terrazas medias a altas, lomadas y colinas con disección moderada y drenaje imperfecto a pobre |
| | Alto | 3 | Se describen colinas altas y montañas con moderada a fuerte disección, y con laderas empinadas a moderadamente empinadas |
| | Muy alto | 4 | Se describen terrazas bajas y valles con drenaje moderado a muy pobre, montañas con laderas extremadamente empinadas |
| Pendiente: Se analizó desde la perspectiva de erosión del suelo. Cuanto mayor es la pendiente mayor es el peligro a la erosión y pérdida del suelo | Bajo | 1 | Pendiente de 0 – 15 %, erodabilidad baja |
| | Medio | 2 | Pendiente de 15 – 25 %, erodabilidad moderada |
| | Alto | 3 | Pendiente de 25 – 50 %, erodabilidad alta |
| | Muy alto | 4 | Pendiente de 50 a más %, erodabilidad muy alta |
| Precipitación: Se analizó desde sus características de precipitación. La energía cinética de la lluvia, está estrechamente vinculada con la capacidad de la lluvia para causar erosión, la energía cinética varía con la intensidad de precipitación. | Bajo | 1 | Los rangos de precipitación que van desde 0 mm a 375 mm; tienen Baja capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada. |
| | Medio | 2 | Los rangos de precipitación que van desde 375 mm a 1500 mm; tienen Moderada capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada. |

| Variables temáticas | Grado | Valor | Descripción |
|--|----------|-------|--|
| | Alto | 3 | Los rangos de precipitación que van desde 1500 mm a 3000 mm; tienen Alta capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada. |
| | Muy alto | 4 | Los rangos de precipitación que van desde 3000 mm a 6000 mm; tienen Muy Alta capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada. |
| Cobertura vegetal: Se analizó desde sus características de densidad de vegetación y su capacidad de protección del suelo. | Bajo | 1 | Densidad alta, recubrimiento denso del suelo, el nivel de protección frente a los agentes externos es bueno. |
| | Medio | 2 | Densidad media, la menor cobertura vegetal, disminuye el nivel de protección del suelo. |
| | Alto | 3 | Densidad baja, recubrimiento discontinuo, el nivel de protección natural del suelo es menor. |
| | Muy alto | 4 | Densidad muy baja, recubrimiento ralo a muy ralo del suelo, el nivel de protección es bajo. |

Fuente: (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2011)

Fórmula utilizada para determinar la susceptibilidad física

$$\text{Ecuación 18. } S = \sqrt[7]{G^2 + F^2 + P + Pp + CV}$$

Fuente: (MINAM, 2011)

Donde:

S = Grado de susceptibilidad

P = Pendientes (Peso 1)

G^2 = Geología (Peso 2)

Pp = Precipitación (Peso 1)

F^2 = Fisiografía (Peso 2)

CV = Cobertura vegetal (Peso 1)

De acuerdo al submodelo de Susceptibilidad Física elaborado, en la Subcuenca Shullcas se encontraron 3 grados de susceptibilidad, se describen cada uno de ellos a continuación:

a) Bajo (1):

Son tierras que tienen una pendiente de 0 a 15% con una erodabilidad baja, densidad de vegetación alta, estas ocupan el 4.05% de nuestra zona de estudio.

b) Medio (2):

Son tierras que tienen una pendiente de 15 a 25% con una erodabilidad moderada, densidad de vegetación media, estas ocupan el 39.96% de nuestra zona de estudio.

c) Alto (3):

Son tierras que tienen una pendiente de 25 a 50% con una erodabilidad alta, densidad de vegetación baja, estas ocupan el 45.85% de nuestra zona de estudio.

d) Muy alto (4)

Son tierras que tienen una pendiente de 50 a más% con una erodabilidad muy alta y densidad de vegetación muy baja, estas no se han encontrado en nuestra zona de estudio, estas ocupan el 10.13% de nuestra zona de estudio.

Según el submodelo de Susceptibilidad Física, lo que más predomina en la Subcuenca son el grado de grado de susceptibilidad “Alto” ocupando el 45.85%, seguido del grado de susceptibilidad “Medio” con un 39.96%, y por último el grado de susceptibilidad “Muy Alto” ocupando el 10.13% del área de estudio (Ver Tabla 83 y Figura 61).

Tabla 83. Susceptibilidad Física de la Subcuenca Shullcas

| Valor | Grado de susceptibilidad | Área (km ²) | Área (%) |
|-------|--------------------------|-------------------------|----------|
| 1 | Bajo | 9.21 | 4.05 |
| 2 | Medio | 90.95 | 39.96 |
| 3 | Alto | 104.35 | 45.85 |
| 4 | Muy alto | 23.05 | 10.13 |
| Total | | 227.57 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia

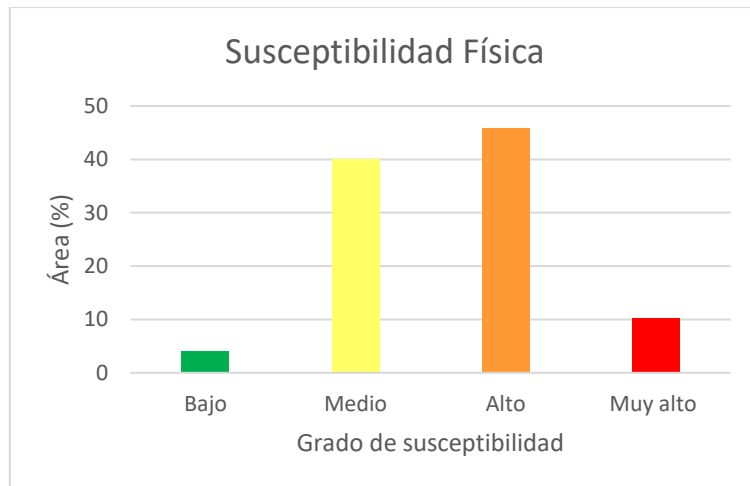
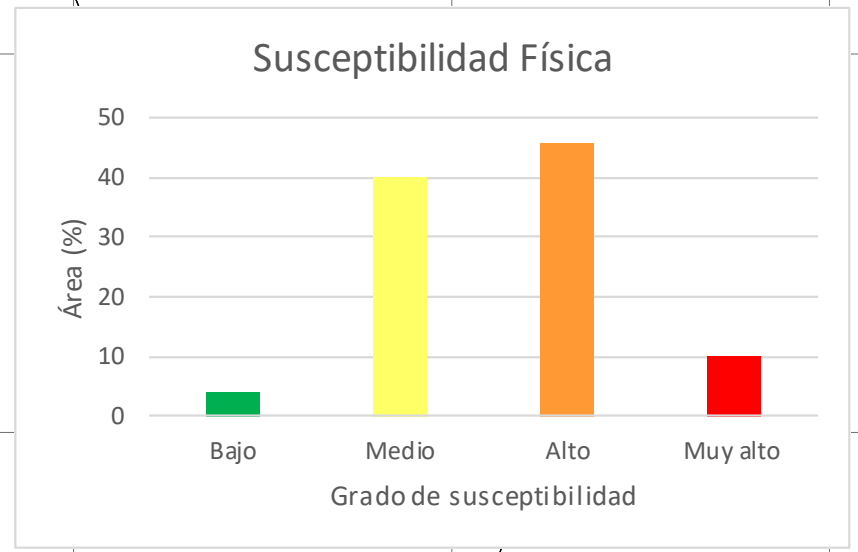
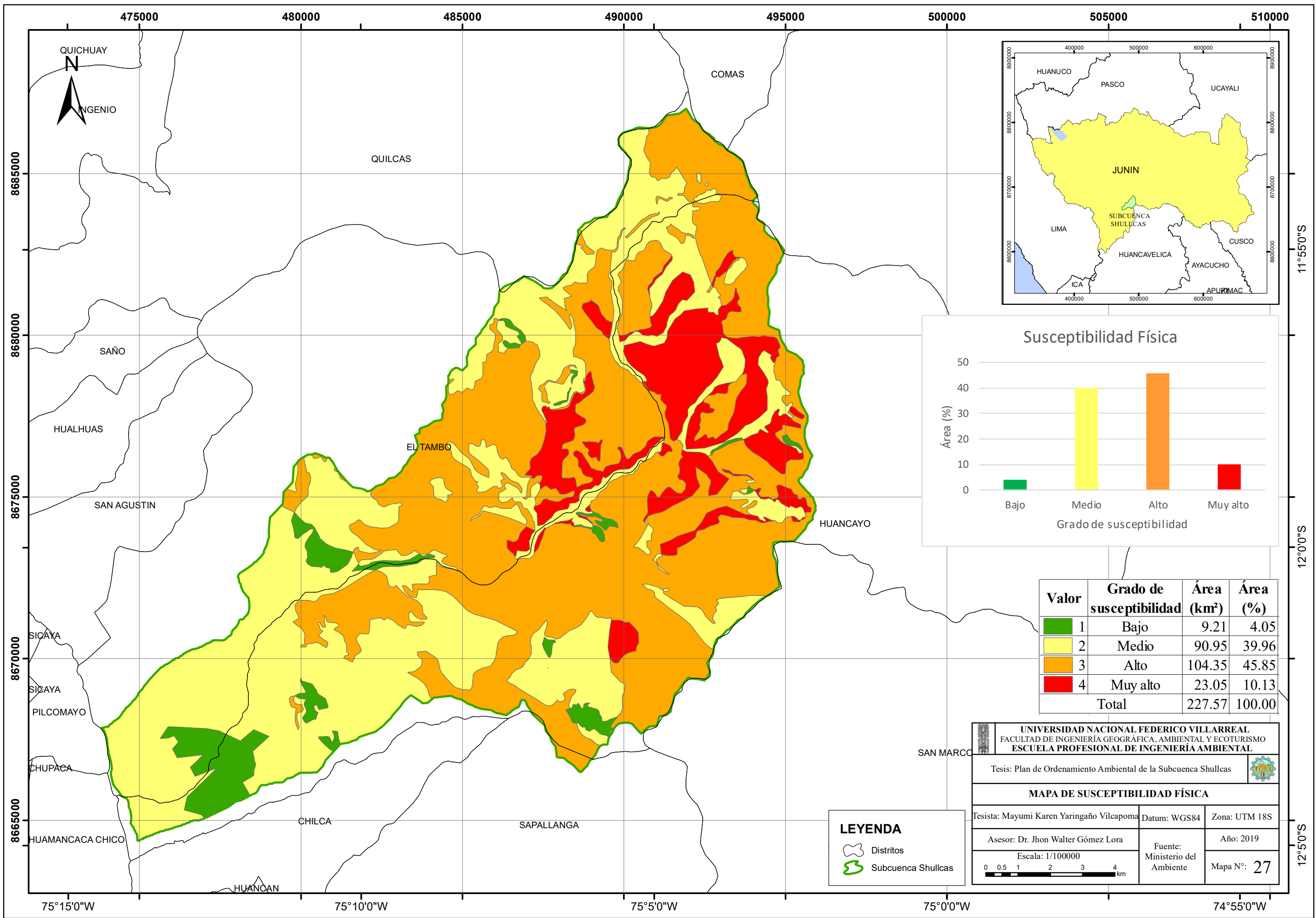


Figura 61. Susceptibilidad Física de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

El mapa de Susceptibilidad Física se presenta a continuación (Ver Mapa 27):



| Valor | Grado de susceptibilidad | Área (km ²) | Área (%) |
|-------|--------------------------|-------------------------|----------|
| 1 | Bajo | 9.21 | 4.05 |
| 2 | Medio | 90.95 | 39.96 |
| 3 | Alto | 104.35 | 45.85 |
| 4 | Muy alto | 23.05 | 10.13 |
| Total | | 227.57 | 100.00 |

LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD FÍSICA

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: Ministerio del Ambiente Año: 2019

Escala: 1/100000 Mapa N°: 27

4.2.3.4. Aptitud Urbano Industrial

Las teorías de localización de ciudades y centros urbanos postulan que las ciudades, la infraestructura y los servicios que la acompañan, se localizan obedeciendo a un entorno geográfico favorable a su articulación al mercado y al acceso a fuentes de materias primas para las actividades productivas (Alvarez, 2015).

- **Matriz de descripción del modelo:**

La matriz de descripción del modelo de Aptitud Urbano Industrial se presenta en la siguiente tabla (Ver Tabla 84):

Tabla 84. Descripción del modelo de Aptitud Urbano Industrial

| Submodelo | Aptitud urbano Industrial (AUI) | | | | | |
|----------------------------------|--|-------------------|------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|
| Objetivo | Determinar el grado de AUI (bajo, medio, alto y muy alto) evaluando las características geográficas del área de estudio. | | | | | |
| Datos requeridos | a. Geología | b. Fisiografía | c. Pendientes | d. Geodinámica externa | e. Redes viales | f. Pasivos mineros |
| Criterios | a. Brinda las características litológicas | | | | | |
| | b. Brindas las características del relieve | | | | | |
| | c. Brinda el porcentaje o grado de pendiente | | | | | |
| | d. Brinda el grado de vulnerabilidad de agentes atmosféricos externos | | | | | |
| | e. Brinda la información de la presencia de vías | | | | | |
| | f. Brinda la información de la presencia de pasivos mineros | | | | | |
| Procedimiento de Análisis | <ul style="list-style-type: none"> • Determinación del grado de AUI (bajo 1, medio 2, alto 3 y muy alto 4) de cada mapa temático por separado (univariable). <i>Tool Polygon to raster</i> • Determinación del grado de AUI de la integración de todos los mapas (multivariable), teniendo en cuenta que cada uno tiene diferente peso (geología 4, fisiografía 3, pendientes 3, geodinámica externa 2, redes viales 2 y pasivos mineros 2). <i>Tool Raster calculator</i> | | | | | |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración del mapa temático del submodelo. <i>Tool Raster to polygon</i> |
|--|--|

Fuente: Elaboración propia

Los mapas temáticos utilizados para determinar la Aptitud Urbano Industrial son los siguientes (Ver Figura 62):

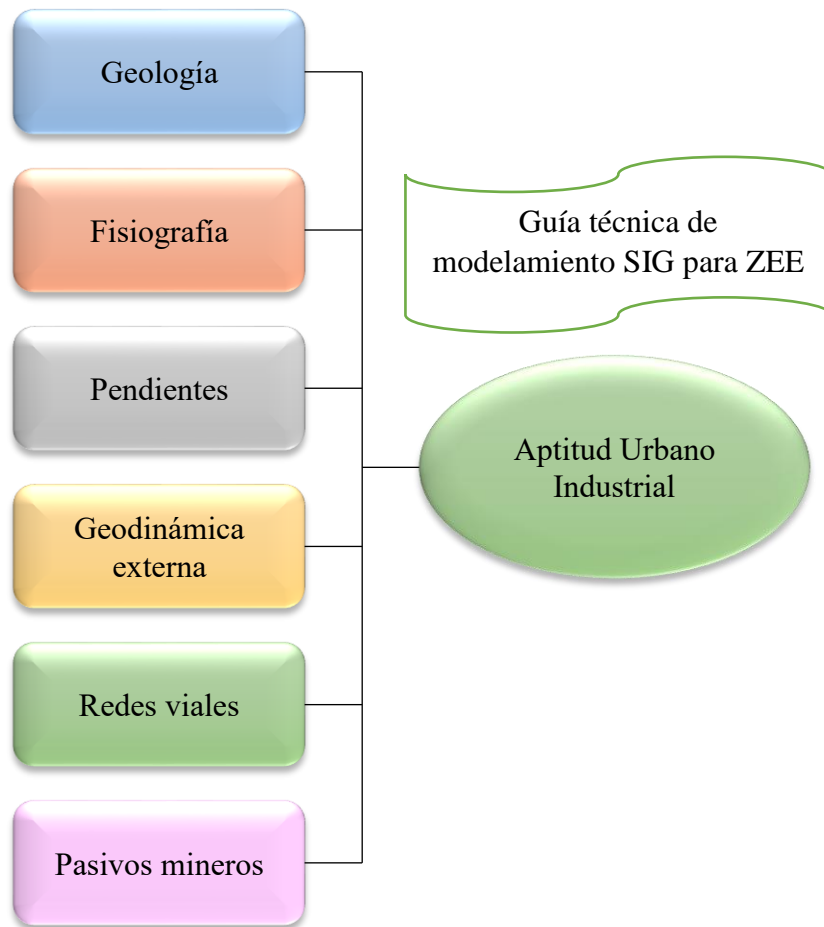


Figura 62. Mapas temáticos utilizados para determinar la Aptitud Urbano Industrial

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de este mapa se tuvo en cuenta los lineamientos utilizados en el Sub modelo de Aptitud Urbano Industrial realizado para la provincia de Alto Amazonas elaborado el 2015, el cual a su vez se basó en la Guía técnica de modelamiento Sistemas de Información Geográfica para la Zonificación Ecológica Económica elaborado el 2010. En dicho estudio nos

muestra los mapas temáticos de entrada, así como los pesos de cada uno y los criterios de valoración (Ver Tabla 85).

Tabla 85. Criterios de valoración para la Aptitud Urbano Industrial

| VARIABLES TEMÁTICAS | GRADO | VALOR | DESCRIPCIÓN |
|----------------------------|--------------|--------------|--|
| Geología | Bajo | 1 | Presencia de sedimentos |
| | Medio | 2 | Presencia de rocas blandas |
| | Alto | 3 | Presencia de rocas medianamente duras |
| | Muy alto | 4 | Presencia de rocas duras |
| Fisiografía | Bajo | 1 | Colinas y montañas con vertiente montañosa y colina empinada a escarpada y las montañas con vertiente montañosa empinada a escarpada |
| | Medio | 2 | Colinas y montañas con vertiente montañosa y colina moderadamente empinada |
| | Alto | 3 | Planicies onduladas a disectadas con vertientes allanadas a disectadas |
| | Muy alto | 4 | Se encuentran las planicies con fondos de valle y llanura aluvial |
| Pendiente | Bajo | 1 | Pendiente de 50 a más % |
| | Medio | 2 | Pendiente de 25 – 50 % |
| | Alto | 3 | Pendiente de 15 – 25 % |
| | Muy alto | 4 | Pendiente de 0 a 15 % |
| Geodinámica externa | Bajo | 1 | Presencia de peligros geológicos y grado de vulnerabilidad a inundaciones muy alta |
| | Medio | 2 | Grado de vulnerabilidad a inundaciones alta |
| | Alto | 3 | Grado de vulnerabilidad a inundaciones media |
| | Muy alto | 4 | Ausencia de peligros geológicos y grado de vulnerabilidad a inundaciones baja |
| Redes viales | Bajo | 1 | Ausencia de vías de transporte |
| | Muy alto | 4 | Presencia de vías de transporte |
| Pasivos mineros | Bajo | 1 | Presencia de pasivos ambientales mineros |
| | Muy alto | 4 | Ausencia de pasivos ambientales mineros |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al submodelo de Aptitud Urbano Industrial elaborado, en la Subcuenca Shullcas se encontraron 4 grados de aptitud, se describen cada uno de ellos a continuación:

a) Bajo (1):

Son áreas que tienen presencia de montañas y colinas empinadas a escarpadas, peligros geológicos, alto grado de vulnerabilidad a inundaciones, pasivos ambientales mineros, pendientes de 50 a más % y ausencia de vías de transporte, estas ocupan el 11.34% de nuestra zona de estudio.

b) Medio (2):

Son tierras que tienen presencia de montañas y colinas moderadamente empinadas, alto grado de vulnerabilidad a inundaciones y pendientes de 25 a 50 %, estas ocupan el 26.05% de nuestra zona de estudio.

c) Alto (3):

Son tierras que tienen presencia de planicies onduladas a disectadas, medio grado de vulnerabilidad a inundaciones y pendientes de 15 a 25 %, estas ocupan el 42.68% de nuestra zona de estudio.

d) Muy alto (4)

Son tierras que tienen presencia de planicies con fondos de valle y llanuras aluviales, bajo grado de vulnerabilidad a inundaciones, vías de transporte, pendientes de 0 a 15 %, ausencia de peligros geológicos y pasivos ambientales mineros, estas ocupan el 19.90% de nuestra zona de estudio.

Según el submodelo de Aptitud Urbano Industrial, lo que más predomina en la Subcuenca son el grado de grado de aptitud “Alto” ocupando el 42.68%, seguido del grado de susceptibilidad “Medio” con un 26.05%, y por último el grado de susceptibilidad “Muy alto” ocupando el 19.90% del área de estudio (Ver Tabla 86 y Figura 63).

Tabla 86. Aptitud Urbano Industrial de la Subcuenca Shullcas

| Valor | Grado de aptitud | Área (km²) | Área (%) |
|--------------|-------------------------|------------------------------|-----------------|
| 1 | Bajo | 25.80 | 11.34 |
| 2 | Medio | 59.29 | 26.05 |
| 3 | Alto | 97.13 | 42.68 |
| 4 | Muy alto | 45.29 | 19.90 |
| Total | | 227.57 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia

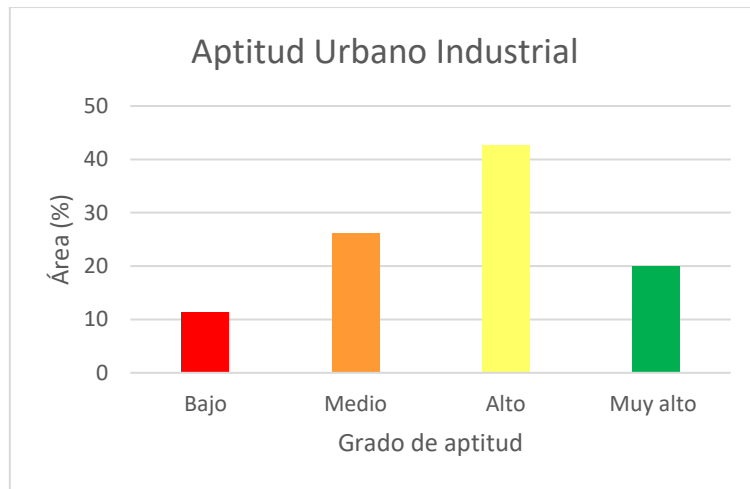
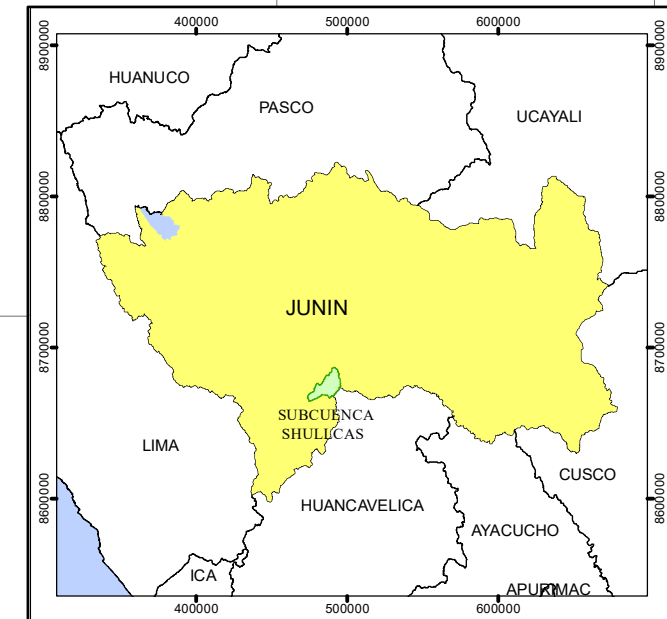
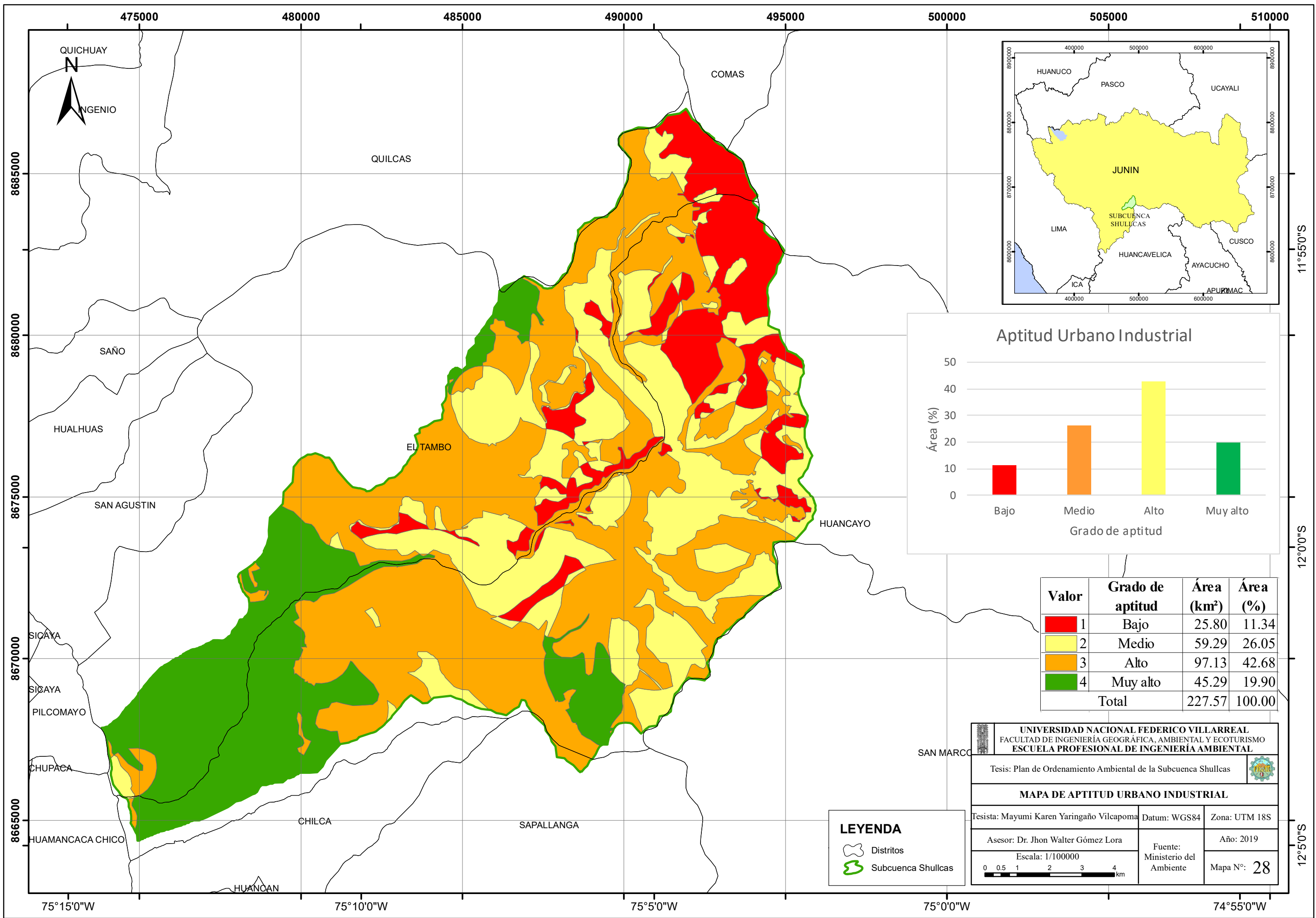


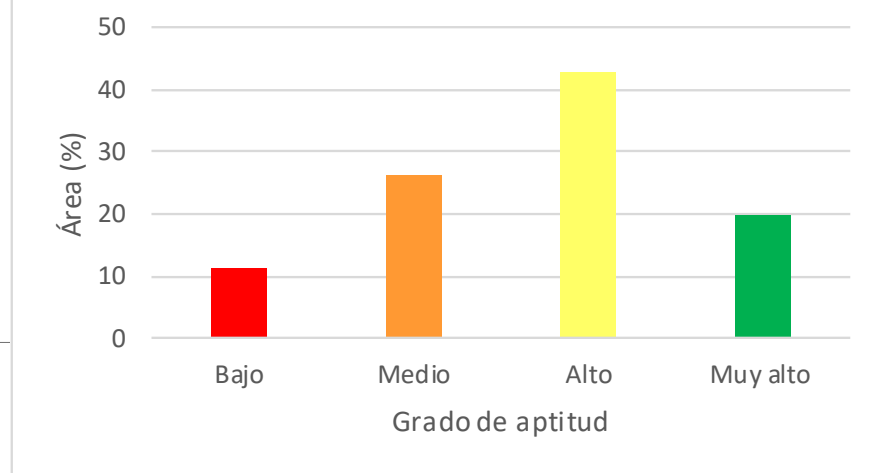
Figura 63. Aptitud urbano Industrial de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia

El mapa de Aptitud Urbano Industrial se presenta a continuación (Ver Mapa 28):



Aptitud Urbano Industrial



| Valor | Grado de aptitud | Área (km ²) | Área (%) |
|-------|------------------|-------------------------|----------|
| 1 | Bajo | 25.80 | 11.34 |
| 2 | Medio | 59.29 | 26.05 |
| 3 | Alto | 97.13 | 42.68 |
| 4 | Muy alto | 45.29 | 19.90 |
| Total | | 227.57 | 100.00 |

LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE APTITUD URBANO INDUSTRIAL

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: Ministerio del Ambiente Año: 2019

Escala: 1/100000 Mapa N°: 28

4.2.4. Unidades Ambientales

Las unidades ambientales son áreas homogéneas determinadas mediante el análisis de los aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales de la subcuenca de estudio teniendo en cuenta sus potencialidades y limitaciones. Son el resultado final de la integración de los cuatro submodelos anteriormente desarrollados, esto nos ayudará a tomar decisiones y a formular propuestas para el manejo y aprovechamiento sostenible de sus recursos, considerando también su situación actual.

Estas unidades ambientales son áreas que son destinadas al aprovechamiento, control, conservación, prevención, mitigación y rehabilitación.

- **Matriz de descripción del modelo:**

La matriz de descripción del modelo de Unidades Ambientales se presenta en la siguiente tabla (Ver Tabla 87):

Tabla 87. Descripción del modelo de Unidades Ambientales

| Submodelo | Unidades Ambientales | | | |
|----------------------------------|--|----------------------|---------------------------|------------------------------|
| Objetivo | Determinar las unidades de suelos de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones dentro del contexto agrario. | | | |
| Datos requeridos | a. Capacidad de Uso Mayor (CUM) | b. Conflictos de Uso | c. Susceptibilidad Física | d. Aptitud Urbano Industrial |
| Criterios | a. Determina las unidades de suelos de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones dentro del contexto agrario. | | | |
| | b. Determina áreas donde la CUM y el uso actual son incompatibles. | | | |
| | c. Determinar el grado de susceptibilidad (bajo, medio, alto y muy alto) frente a la modificación del territorio debido a eventos naturales. | | | |
| | d. Determinar el grado de AUI (bajo, medio, alto y muy alto) evaluando las características geográficas del área de estudio. | | | |
| Procedimiento de Análisis | <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de las Unidades Ambientales a partir de la integración de submodelos realizados. <i>Geoprocessing tool – Union</i> • Análisis de atributos y evaluación multicriterio. | | | |

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración del mapa temático del modelo final. |
|--|---|

Fuente: Elaboración propia

Los mapas temáticos utilizados para determinar las Unidades Ambientales son los siguientes

(Ver Figura 64):

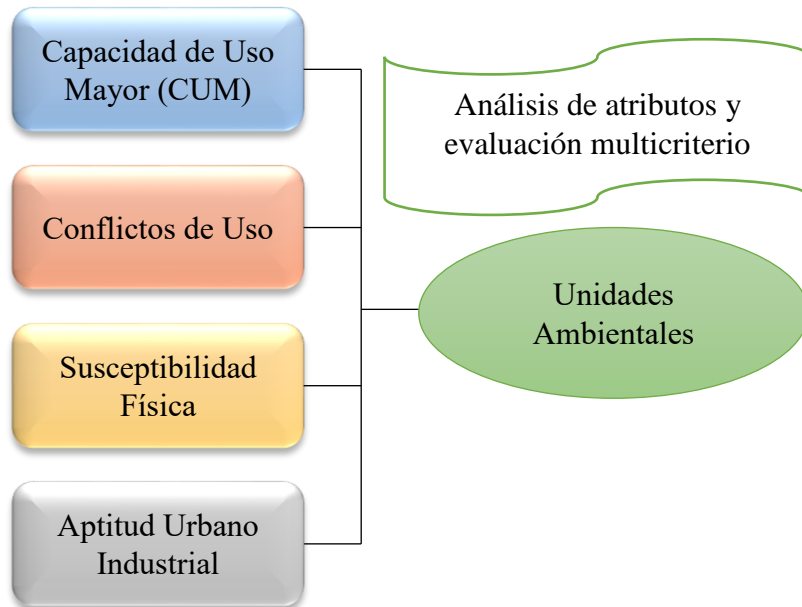


Figura 64. Mapas temáticos utilizados para determinar las Unidades Ambientales

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.1.Zonificación Ambiental

De acuerdo al modelo final de Unidades Ambientales elaborado, en la Subcuenca Shullcas se encontraron 5 unidades ambientales las cuales se subdividen en 14, estas se describen a continuación:

a) Zona de producción agrícola

Esta zona tiene un potencial para producir cultivos en limpio arables principalmente extensivos (maíz, papa, haba, etc) que pueden ser con riego, en seco o con bordes forestales con riego.

Ocupa el 9.34% del área de estudio, se subdivide en:

a.1) Zona de producción agrícola con uso conforme (A)

Esta zona se usa actualmente para cultivos agrícolas, es decir ya cumple con la zonificación a la que pertenece y no existen conflictos de ningún tipo. Ocupa el 7.23% del área de estudio y sería adecuado la preservación de esta zona para evitar futuros conflictos.

a.2) Zona de producción agrícola con conflictos por sub uso (Asb)

En esta zona existen bosques naturales, pastos naturales y plantaciones forestales, es decir no cumple con la zonificación a la que pertenece ya que presenta conflictos por sub uso. Ocupa el 2.11% del área de estudio y sería conveniente utilizar esta zona para el aprovechamiento agrícola (maíz, papa, haba, etc).

b) Zona de producción agrostológica

Esta zona tiene un potencial para producir pastos naturales o cultivados para la actividad pecuaria continuado o temporal. Ocupa el 19.92% del área de estudio, se subdivide en:

b.1) Zona de producción agrostológica con conflictos por sobre uso (Psr)

Esta zona se usa actualmente para cultivos agrícolas, es decir no cumple con la zonificación a la que pertenece ya que presenta conflictos por sobre uso. Ocupa el 2.43% del área de estudio y sería conveniente la rehabilitación de estas zonas degradadas utilizándolas para el aprovechamiento agrostológico (rye grass, trébol, alfalfa, etc).

b.2) Zona de producción agrostológica con uso conforme (P)

En esta zona existen pastos naturales, es decir ya cumple con la zonificación a la que pertenece y no existen conflictos de ningún tipo. Ocupa el 16.29% del área de estudio y sería adecuado la preservación de esta zona para evitar futuros conflictos.

b.3) Zona de producción agrostológica con conflictos por sub uso (Psb)

En esta zona existen bosques naturales y plantaciones forestales, es decir no cumple con la zonificación a la que pertenece ya que presenta conflictos por sub uso. Ocupa el 1.20% del área de estudio y sería conveniente utilizar esta zona para el aprovechamiento agrostológico (rye grass, trébol, alfalfa, etc).

c) Zona de producción forestal (F)

Esta zona tiene un potencial para producir especies forestales maderables o no maderables (protección). Ocupa el 1.65% del área de estudio y sería adecuado la preservación de esta zona para evitar futuros conflictos.

d) Zona de Protección

Esta zona no tiene potencial agrícola, agrostológica ni forestal, pero es necesaria su preservación. Ocupa el 61.50% del área de estudio, se subdivide en:

d.1) Zona de protección con conflictos por sobre uso (Xsr)

Esta zona se usa actualmente para cultivos agrícolas, es decir no cumple con la zonificación a la que pertenece ya que presenta conflictos por sobre uso. Ocupa el 2.38% del área de estudio y sería conveniente la rehabilitación de estas zonas degradadas utilizándolas para un aprovechamiento agrostológico (rye grass, trébol, alfalfa, etc) o para recuperar los bosques naturales que ahí existían.

d.2) Zona de protección con uso conforme (X)

En esta zona existen afloramientos rocosos, bosques naturales y pastos, es decir ya cumple con la zonificación a la que pertenece y no existen conflictos de ningún tipo. Ocupa el 44.35% del área de estudio y sería adecuada preservación de esta zona para evitar futuros conflictos.

d.3) Zona de protección de laderas (Xld)

Esta zona es la más susceptible a peligros tales como aludes, derrumbes, aluviones, erosión en cárcavas, flujos de detritos, huaycos, erosión fluvial, deslizamientos translacionales y reptación del suelo. Ocupa el 10.12% del área de estudio y es conveniente la prevención y el control de aquellos riesgos.

d.4) Zona de protección de bofedales (Xb)

Esta zona protege a los bofedales por ser ecosistemas frágiles con vegetación herbácea hidrófila que almacena y filtra el agua, a menudo se ve afectado por actividades antrópicas. Ocupa el 1.68% del área de estudio y es conveniente su conservación.

d.5) Zona de protección de cauces (Xc)

Esta zona protege a los terrenos aledaños de los cauces para garantizar el uso primario del agua, el libre tránsito, la pesca, caminos de vigilancia y otros servicios, de acuerdo a la Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos”. Ocupa el 0.30% del área de estudio y es conveniente el control de aquellas áreas con mayor grado de susceptibilidad a inundaciones. Para la determinación del ancho de la faja marginal se ha considerado la siguiente tabla (Ver Tabla 88):

Tabla 88. Ancho de faja marginal

| Ancho de cauce (m) | Ancho de faja marginal (m) |
|---------------------------|-----------------------------------|
| <10 | 5 |
| 10 - 50 | 10 |
| 50 - 100 | 25 |
| 100 - 200 | 30 |
| 200 - 500 | 40 |
| > 500 | 100 |

Fuente: (Pariasca, 2018)

d.6) Zona de protección de lagunas (Xlg)

Esta zona protege a las lagunas que se encuentran a lo largo de la subcuenca por ser fuentes importantes del recurso hídrico, entre las que destacan las lagunas Chuspicocha y Lasuntay. Ocupa el 0.64% del área de estudio y es de gran importancia su conservación.

d.7) Zona de protección de nevados (Xn)

Esta zona protege al Nevado Huaytapallana por ser una fuente importante del recurso hídrico y que actualmente se encuentra afectado por la disminución de su cobertura glaciar debido al deshielo. Ocupa el 2.03% del área de estudio y es de gran importancia su conservación y recuperación.

e) Zona urbana (U)

Esta zona es la que tiene mayor aptitud urbano industrial, actualmente la mayor parte de esta zona ya está poblada debido al crecimiento poblacional. Ocupa el 7.60% del área de estudio y sería conveniente una adecuada gestión a fin de que no se sobrepase esta área y evitar que se invadan las otras zonas.

A continuación se presentan las Unidades Ambientales de la Subcuenca Shullcas (Ver Tabla 89 y Figura 65) y el mapa de Unidades Ambientales (Ver Mapa 29):

Tabla 89. Unidades Ambientales de la Subcuenca Shullcas

| Descripción | Unidades Ambientales | | Área (km ²) | Área (%) | |
|-------------|----------------------------------|--------------|-------------------------|----------|-------|
| | | | | | |
| A | Zona de producción agrícola | U. Conforme | 16.46 | 7.23 | 9.34 |
| Asb | | C. Sub uso | 4.79 | 2.11 | |
| Psr | Zona de producción agrostológica | C. Sobre uso | 5.53 | 2.43 | 19.92 |
| P | | U. Conforme | 37.07 | 16.29 | |
| Psb | | C. Sub uso | 2.73 | 1.20 | |
| F | Zona de producción forestal | C. Sobre uso | 3.75 | 1.65 | 1.65 |
| Xsr | Zona de protección | C. Sobre uso | 5.41 | 2.38 | 61.50 |
| X | | U. Conforme | 100.93 | 44.35 | |
| Xld | | Laderas | 23.04 | 10.12 | |
| Xb | | Bofedales | 3.82 | 1.68 | |
| Xc | | Cauces | 0.69 | 0.30 | |
| Xlg | | Lagunas | 1.46 | 0.64 | |
| Xn | | Nevados | 4.62 | 2.03 | |
| U | Zona urbana | | 17.29 | 7.60 | 7.60 |
| Área total | | | 227.57 | 100.00 | |

Fuente: Elaboración propia

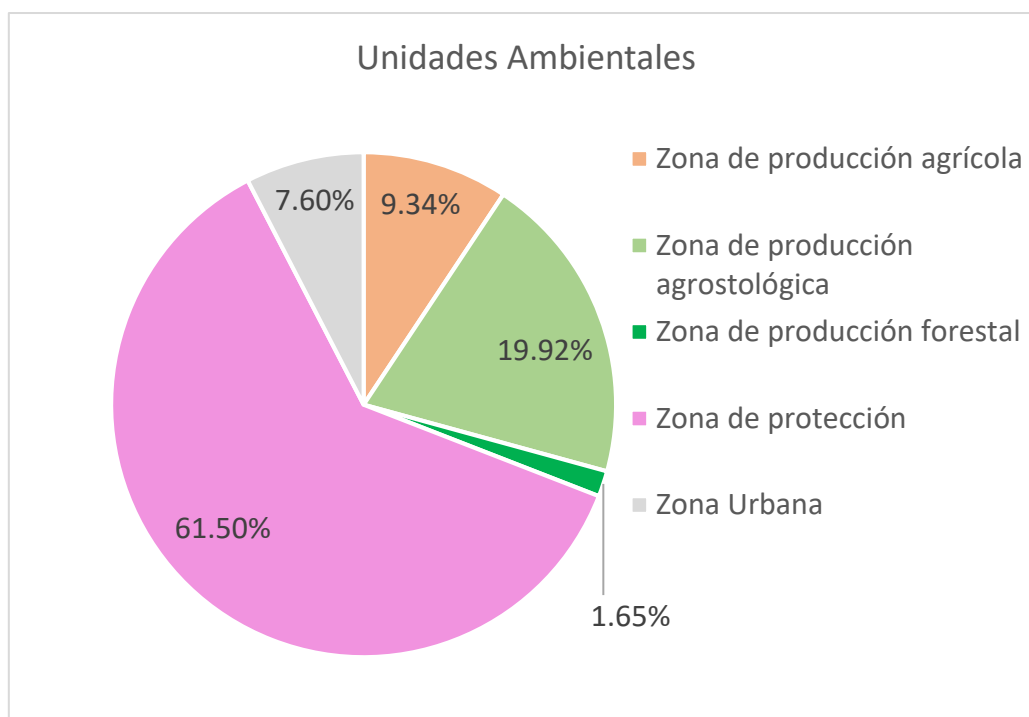
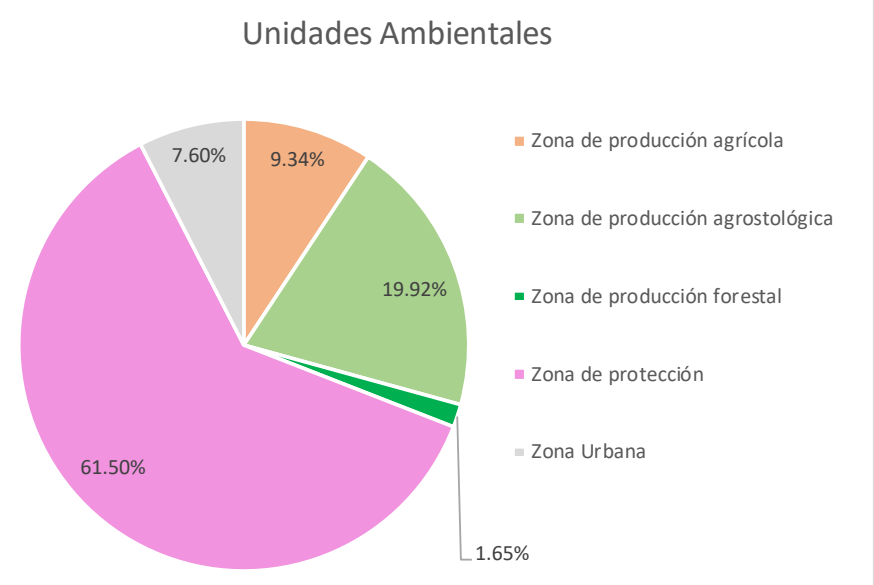
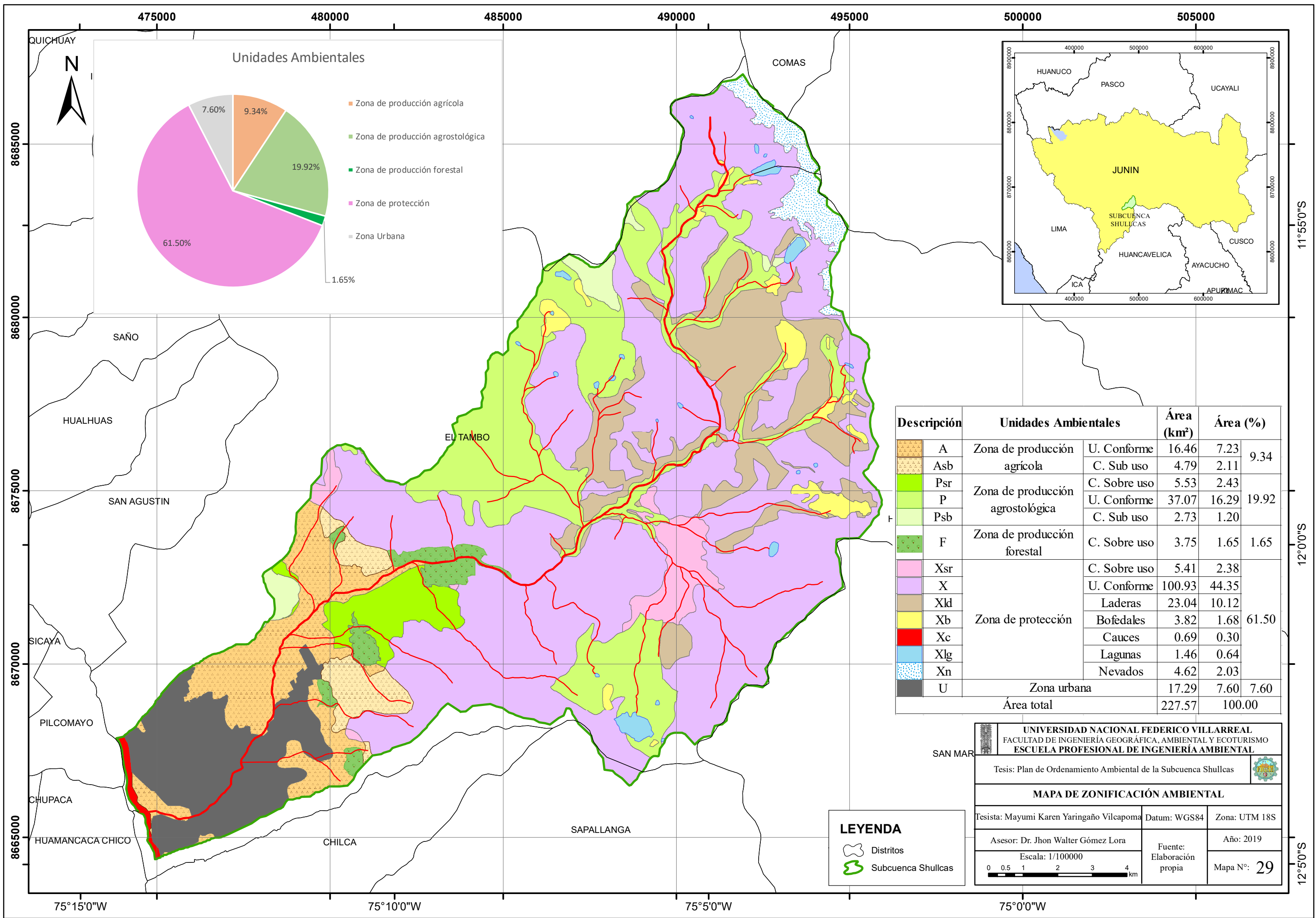


Figura 65. Unidades Ambientales de la Subcuenca Shullcas

Fuente: Elaboración propia



| Descripción | Unidades Ambientales | Área (km ²) | Área (%) |
|-------------|----------------------------------|-------------------------|----------|
| A | Zona de producción agrícola | U. Conforme | 7.23 |
| | | C. Sub uso | 2.11 |
| P | Zona de producción agroecológica | C. Sobre uso | 2.43 |
| | | U. Conforme | 16.29 |
| | | C. Sub uso | 1.20 |
| | | C. Sobre uso | 1.65 |
| X | Zona de protección | C. Sobre uso | 2.38 |
| | | U. Conforme | 44.35 |
| | | Laderas | 10.12 |
| | | Bofedales | 1.68 |
| | | Cauces | 0.30 |
| | | Lagunas | 0.64 |
| | | Nevados | 2.03 |
| U | Zona urbana | 7.60 | |
| Área total | | 227.57 | 100.00 |

LEYENDA

- Distritos
- Subcuenca Shullcas

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

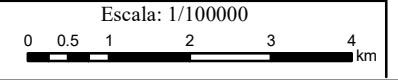
MAPA DE ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: Elaboración propia Año: 2019

Escala: 1/100000

Mapa N°: 29



4.3.PROPUUESTAS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Para la formulación del Plan de Ordenamiento Ambiental se considera la situación actual y la Zonificación Ambiental, la cual tuvo como resultado la identificación de Unidades Ambientales y es utilizada para tomar decisiones respecto a la ocupación, uso y manejo de los recursos naturales de la subcuenca Shullcas. Para que se lleve a cabo, es necesario de que los organismos locales y regionales intervengan conjuntamente con la población, considerando que las propuestas deben ser sostenibles en todos los aspectos.

4.3.1. Visión

En la Subcuenca Shullcas se pretende a mediano o largo plazo un adecuado aprovechamiento de sus recursos naturales para lograr así un desarrollo sostenible ambiental económica y socialmente aceptable teniendo como resultado la mejora de la calidad de vida de su población.

4.3.2. Objetivos del Plan de Ordenamiento Ambiental

- Promover la protección y conservación de las áreas donde no existen conflictos de uso de ningún tipo.
- Implementar cultivos de acuerdo a la capacidad de uso del suelo en aquellas zonas donde hay conflictos por sub uso, para así mejorar la productividad agrícola.
- Implementar pastos de acuerdo a la capacidad de uso del suelo aquellas zonas donde hay conflictos por sub uso, para así mejorar la productividad agrostológica.
- Recuperar las zonas degradadas debido a conflictos por sobre uso implementando pastos o bosques naturales, para así evitar el deterioro del suelo.
- Controlar aquellos riesgos presentes en las laderas, para así prevenir la erosión del suelo y pérdida de las diferentes unidades ambientales.
- Proteger las áreas expuestas a la erosión hídrica, es decir a los terrenos aledaños a los cauces mediante la implementación de la reforestación.

- Proteger los bofedales, lagunas y nevados de las actividades antrópicas por ser fuentes de agua y además ecosistemas de gran importancia.
- Promover el fortalecimiento de la capacidad de gestión de los distritos de Huancayo y El Tambo para desarrollar las propuestas del Plan de Ordenamiento Ambiental.

4.3.3. Lineamientos estratégicos del Plan de Ordenamiento Ambiental

Son los alcances propuestos por el Plan de Ordenamiento Ambiental, los cuales son los siguientes (Ver Tabla 90):

Tabla 90. Lineamientos estratégicos del Plan de Ordenamiento Ambiental

| Lineamientos estratégicos del Plan de Ordenamiento Ambiental | |
|---|--|
| Prevención y control | Se identifican los peligros y riesgos presentes en la subcuenca con el fin de tomar medidas para evitar que se materialicen, aquí se encuentran los peligros geológicos y la susceptibilidad a inundaciones, los cuales podrían degradar diferentes zonas. |
| Protección y conservación | Se preservan los recursos naturales presentes en la subcuenca, aquí se encuentran aquellas áreas en las que no hay conflictos de uso actualmente y también áreas de gran importancia como son los bofedales, lagunas y nevados. |
| Rehabilitación y recuperación | Se restauran aquellas zonas degradadas en la subcuenca para que vuelvan a la capacidad de uso a la que pertenecen, tal es el caso de aquellas áreas donde existen conflictos por sobre uso. |
| Aprovechamiento | Se utilizan adecuadamente aquellas zonas donde existen conflictos por sub uso para obtener una mayor productividad de acuerdo a su potencial agrícola o agrostológico. |
| Capacidad y gestión | Consiste en llevar una adecuada administración de los recursos por parte de los organismos y de la población. Para ello, se requiere capacitar a la población para que pueden tener mayor conocimiento de la problemática actual de la subcuenca y desarrollar técnicas para el mejor aprovechamiento del suelo de acuerdo a su capacidad de uso, a su vez la concientización para mejorar la educación ambiental sobre la importancia de la preservación de los recursos naturales. |

Fuente: Adaptado de (Uriarte, 2010)

4.3.4. Programas y proyectos del Plan de Ordenamiento Ambiental

Se identificaron los programas y proyectos que integrarán el Plan de Ordenamiento Ambiental de acuerdo a las Unidades Ambientales identificadas en Zonificación Ambiental previamente

realizada. Se subdividen en 4 programas los cuales son: Programa de preservación, recuperación y protección de recursos, Programa de conservación ecológica, Programa de uso racional y aprovechamiento de recursos y Programa de promoción de la planificación ambiental, los cuales a su vez se subdividen en 9 propuestas de proyectos, tal como se muestra en la siguiente tabla (Ver Tabla 91):

Tabla 91. Lineamientos estratégicos del Plan de Ordenamiento Ambiental

| Programas | Propuestas de proyectos del Plan de Ordenamiento Ambiental | |
|---|---|--|
| Programa N° 1: Preservación, recuperación y protección de recursos | 1 | ✓ Protección de laderas con cercos vivos |
| | 2 | ✓ Reforestación con fines productivos y de conservación |
| | 3 | ✓ Protección de cauces |
| Programa N° 2: Conservación ecológica | 4 | ✓ Restauración y conservación de bofedales |
| | 5 | ✓ Repoblación de camélidos sudamericanos domésticos |
| | 6 | ✓ Implementación de control y vigilancia en el ACR Huaytapallana |
| Programa N° 3: Uso racional y aprovechamiento de recursos | 7 | ✓ Mejoramiento de producción agrícola |
| | 8 | ✓ Mejoramiento de producción agrostológica |
| Programa N° 4: Promoción de la planificación ambiental | 9 | ✓ Educación y sensibilización ambiental |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las diferentes propuestas de proyectos separados por programas (Ver Tabla 92, Tabla 93, Tabla 94 , Tabla 95, Tabla 96, Tabla 97, Tabla 98, Tabla 99, Tabla 100 y Tabla 101) y el mapa de proyectos del Plan de Ordenamiento Ambiental (Ver Mapa 30):

4.3.4.1. Programa N° 1: Preservación, recuperación y protección de recursos

Tabla 92. Protección de laderas con cercos vivos

| Proyecto N° 1: Protección de laderas con cercos vivos | |
|--|---|
| Ubicación | En la zona de protección de laderas identificada en la Zonificación Ambiental, la cual abarca 23.04 km². |
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Proteger los suelos • Estabilizar las cárcavas y taludes • Producir biomasa para uso diverso |
| Diseño | <p>Para el desarrollo del proyecto se debe tener en cuenta especies vegetales idóneas que cumplan la función de terrazas lentas y barreras antierosivas adaptadas a la zona de investigación.</p> <p>La distribución de especies arbóreas en la constitución de barreras vivas esta dado de forma alterna entre arboles a una distancia entre sí de 2 a 4 m según la especie a utilizar.</p> <p>La distancia a considerar de las barreras vivas es de 25 m. Para el establecimiento de las barreras vivas dentro de una hectárea es de 200 plántones aproximadamente.</p> |
| Especies vegetales a considerar | Ceticio (<i>Cytisus racemosus</i>), Cabuya (<i>Agave sp.</i>), Tuna (<i>Opuntia tuna</i>) y Retama (<i>Retama sp.</i>) |
| Consideraciones técnicas | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinación de áreas para la construcción de los cercos vivos ▪ Determinación de plántones para la instalación de los cercos vivos ▪ Trazo y nivelación de las áreas a trabajar ▪ Excavaciones en tierra y roca suelta ▪ Traslado de plántones ▪ Apertura de hoyos y plantaciones ▪ Mantenimiento |
| Beneficiarios | Pobladores que radican en la parte media y alta de la Subcuenca Shullcas |
| Costo | S/. 1,845,840 |
| Tiempo de ejecución | 360 días |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 93. Reforestación con fines de protección y conservación

| Proyecto N° 2: Reforestación con fines de protección y de conservación | |
|---|--|
| Ubicación | En la zona de protección con conflictos por sobre uso y en la zona de producción forestal identificadas en la Zonificación Ambiental, las cuales abarcan 5.41 km ² y 3.75 km ² respectivamente, siendo en total 9.16 km ² . |
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Conservar las zonas de protección de acuerdo a la zonificación • Proteger las zonas susceptibles a la erosión del suelo |
| Descripción | El proyecto está orientado a la forestación y reforestación. Las plantaciones que se van a utilizar son las que contribuirán a la fertilización del suelo como el pino y el eucalipto principalmente ya que estos crecen asociados a los hongos micorrízicos; también se utilizarán especies nativas foráneas adaptadas a la zona. Se va a requerir una tecnología adecuada y la mano de obra de los pobladores beneficiados. |
| Especies arbóreas a considerar | Pino (<i>Pinus radiata</i>), Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>), Molle (<i>Schinus molle</i>) y Tara (<i>Tara spinosa</i>) |
| Consideraciones técnicas | <ul style="list-style-type: none"> • Considerar que la fecha de la reforestación debe ser en meses de mayor precipitación (noviembre a marzo) • Identificación del área a reforestar • Determinación y compra de especies forestales • Determinación de las áreas entre plántones de las diferentes especies. • Excavaciones en tierra y roca suelta • Marcación de los puntos donde irán los plántones con estacas • Preparación previa de la tierra por plantación triangular. • Traslado y distribución de los plántones • Apertura de hoyos y plantaciones • Mantenimiento |
| Beneficiarios | Pobladores que radican en la parte media de la Subcuenca Shullcas |
| Costo | S/. 697,375 |
| Tiempo de ejecución | 180 días |

Elaboración propia

Tabla 94. Protección de cauces

| Proyecto N° 3: Protección de cauces | |
|--|--|
| Ubicación | En la zona de protección de cauces identificada en la Zonificación Ambiental, la cual abarca 0.69 km ² . |
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Proteger las zonas de producción agrícola • Prevenir la erosión fluvial en épocas de avenidas normales o extremas |
| Descripción | El proyecto consiste en la inserción de especies forestales (árboles y arbustos con sistemas radiculares profundos) en el margen del cauce principal del Río Shullcas, para así proteger el área agrícola de los problemas de erosión hídrica y a su vez, sensibilizar a los pobladores a no talar la cobertura vegetal de la ribera del río, ya que esta reduce el impacto de la energía hídrica. Este proyecto se centra principalmente en la parte media y alta de la subcuenca, pues la parte baja es mayormente urbana. |
| Especies de árboles y arbustos a considerar | Carrizo (<i>Phragmites australis</i>), sauce (<i>Salix babylonica</i>) |
| Consideraciones técnicas | <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de la faja marginal a proteger • Considerar el cálculo de descarga de máximas avenidas, en este caso es de 5 a 17.83 m³/s. • Determinación de las especies a utilizar • Determinación de las áreas entre especies • Compra de especies (árboles y arbustos) • Traslado y distribución de los plantones • Apertura de hoyos y plantaciones • Mantenimiento |
| Beneficiarios | Pobladores que radican en la parte baja, media y alta de la Subcuenca Shullcas |
| Costo | S/. 248,585 |
| Tiempo de ejecución | 100 días |

Elaboración propia

4.3.4.2. Programa N° 2: Conservación ecológica

Tabla 95. Restauración y conservación de bofedales

| Proyecto N° 4: Restauración y conservación de bofedales | |
|--|---|
| Ubicación | En la zona de protección de bofedales identificada en la Zonificación Ambiental, la cual abarca 3.82 km ² . |
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Evitar la degradación de bofedales • Recuperar los bofedales |
| Descripción | Este proyecto consiste en cercar los bofedales para evitar el sobrepastoreo y en repoblarlos con especies nativas. Para el cercado se utilizarán postes de eucalipto de 2 m de longitud con un diámetro de 7 pulgadas, los cuales se colocarán a una distancia de 2.5 m, también se utilizarán alambres en 5 hileras. En las zonas cercada se sembrarán especies nativas mediante técnicas de recuperación de bofedales utilizando además abono orgánico del ganado de los pobladores aledaños. Finalmente se realizarán charlas a la población con el fin de concientizarlos acerca de la importancia de los bofedales. |
| Consideraciones técnicas | <ul style="list-style-type: none"> • Determinación de áreas a cercar • Estudio de las especies existentes en los bofedales • Identificación de las especies nativas y técnicas de repoblación adecuadas a considerar para la recuperación de cada bofedal • Nivelación de las áreas a trabajar • Traslado de postes de eucalipto y alambres • Apertura de hoyos y plantado de postes • Colocación de las hileras de alambres • Sembrado de especie nativas en los bofedales • Traslado y utilización del abono orgánico • Mantenimiento • Sensibilización a los pobladores acerca de los bofedales |
| Beneficiarios | Pobladores que radican en la parte alta de la Subcuenca Shullcas |
| Costo | S/. 627,750 |
| Tiempo de ejecución | 200 días |

Elaboración propia

Tabla 96. Repoblación de camélidos sudamericanos domésticos

| Proyecto N° 5: Repoblación de camélidos sudamericanos domésticos | |
|---|---|
| Ubicación | En la zona de protección identificada en la Zonificación Ambiental y dentro de la ACR Huaytapallana (encima de 4200 m.s.n.m.), esta abarca 12.38 km². |
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar el ganado bovino y ovino presente • Reducir el impacto negativo en la cobertura vegetal |
| Descripción | El proyecto consiste en aumentar la crianza de camélidos sudamericanos con técnicas adecuadas para así reemplazar la crianza de ganado bovino y ovino para reducir la degradación de la cobertura vegetal, ya que sus extremidades poseen plantas almohadilladas. También consiste en concientizar a los pobladores acerca de los beneficios de la crianza de camélidos, entre los que destaca que el suelo se vería menos afectado por la compactación y erosión, además del aprovechamiento de su fibra y su carne nutritiva. |
| Especies de camélidos a considerar | Llama (<i>Lama glama</i>), guanaco (<i>Lama guanicoe</i>), alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) y vicuña (<i>Vicugna vicugna</i>) |
| Consideraciones técnicas | <ul style="list-style-type: none"> • Concientización a los pobladores acerca de los beneficios. • Determinación de áreas a repoblar con camélidos • Cuantificación de ganado existente (bovino, ovino y camélidos) • Cuantificación de la cantidad de camélidos a repoblar • Identificación de la técnica de repoblación a utilizar • Capacitación de los pobladores • Construcción de corrales o cercos. • Determinación de los camélidos que se van a capturar y extraer para repoblar (cantidad de hembras y machos) • Traslado de camélidos • Cuidado de las especies |
| Beneficiarios | Pobladores que radican en la parte alta de la Subcuenca Shullcas |
| Costo | S/. 516,250 |
| Tiempo de ejecución | 180 días |

Elaboración propia

Tabla 97. Implementación de control y vigilancia en el ACR Huaytapallana

| Proyecto N° 6: Implementación de control y vigilancia en el ACR Huaytapallana | |
|--|---|
| Ubicación | En la zona de protección de nevados identificada en la Zonificación Ambiental, la cual abarca 4.62 km ² . |
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Conservar los recursos naturales del nevado Huaytapallana • Proteger al nevado de la pérdida de la cobertura glaciaria por la actividad turística |
| Descripción | El proyecto consiste en la instalación de una estación de control permanente de material noble para que sirva de apoyo al control y vigilancia del área protegida, lugar donde se tendrá el equipo necesario para la patrulla de los guardaparques, para el almacenamiento de alimentos o para descansar. También consiste en aumentar los guardaparques y capacitarlos para que puedan patrullar constantemente mediante diferentes rutas para evitar que los turistas caminen por áreas con cobertura glaciaria y que contaminen con residuos sólidos. Finalmente se realizará pequeñas charlas a los pobladores de las comunidades cercanas y a los turistas acerca de la conservación e importancia de este nevado. |
| Consideraciones técnicas | <ul style="list-style-type: none"> • Identificación del lugar donde se instalará la estación de control, el cual será de fácil acceso terrestre. • Diseño de la infraestructura de la estación de control • Construcción de la infraestructura • Equipamiento adecuado de la estación de control • Reconocimiento del área natural • Elaboración de las rutas adecuadas de patrullaje • Contratación de más guardaparques • Capacitación de los guardaparques • Mantenimiento de la estación de control • Sensibilización a los pobladores y turistas |
| Beneficiarios | Pobladores de la Subcuenca Shullcas |
| Costo | S/. 1,862,215 |
| Tiempo de ejecución | 200 días |

Elaboración propia

4.3.4.3. Programa N° 3: Uso racional y aprovechamiento de recursos

Tabla 98. Mejoramiento de la producción agrícola

| Proyecto N° 7: Mejoramiento de la producción agrícola | |
|--|---|
| Ubicación | En la zona de producción agrícola con conflictos por sub uso identificada en la Zonificación Ambiental, la cual abarca 4.79 km ² , los cuales no están siendo aprovechados correctamente. |
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la producción agrícola • Promover técnicas de cultivos adecuados • Implementar cultivos en áreas de conflictos por sub uso |
| Descripción | El proyecto está orientado a mejorar la producción agrícola de la subcuenca capacitando a los agricultores sobre la preparación del terreno, métodos de riego, rotación de cultivos, uso de semillas mejoradas y abono orgánico; a su vez implementando cultivos en las zonas donde actualmente se utiliza para pastos. |
| Especies agrícolas a considerar | Papa (<i>Solanum tuberosum</i>), Maíz choclo (<i>Zea mays</i>), Maíz amiláceo (<i>Zea mays L. ssp</i>), Haba (<i>Vicia faba</i>), Alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>), Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>) y Arveja (<i>Pisum sativum</i>) |
| Consideraciones técnicas | <ul style="list-style-type: none"> ▪ La siembra y cosecha de cultivos se presenta en dos periodos diferenciados por la disponibilidad de agua para riego (estiaje y sequía) ▪ La tecnología a utilizar será en base a el manejo y uso del suelo (sub uso) y del agua (riego) y a la capacitación de los pobladores ▪ El proyecto busca mejorar los métodos de siembra, determinar la dosis de riego adecuada para cada cultivo, usar semillas mejoradas de cultivos de la zona y usar abonos orgánicos generado por la población |
| Beneficiarios | Pobladores que radican en la parte baja y media de la Subcuenca Shullcas |
| Costo | S/. 776,580 |
| Tiempo de ejecución | 180 días |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 99. Mejoramiento de la producción agrostológica

| Proyecto N° 8: Mejoramiento de la producción agrostológica | |
|---|---|
| Ubicación | En la zona de producción agrostológica con conflictos por sobre uso y por sub uso identificadas en la Zonificación Ambiental, las cuales abarcan 5.53 km ² y 2.73 km ² respectivamente, siendo en total 8.26 km ² , los cuales no están siendo aprovechados correctamente. |
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la producción agrostológica • Promover técnicas adecuadas de cultivo • Implementar pastos en las áreas de sub uso • Recuperar áreas degradadas (pastizales) por sobre uso |
| Descripción | El proyecto está orientado a mejorar la producción agrostológica de la subcuenca capacitando a los agricultores sobre la rotación de pastos, métodos de riego, uso de semillas mejoradas y uso de abono orgánico. Se busca también implementar pastos en las zonas donde actualmente se utiliza para bosques naturales y plantaciones forestales y rehabilitar las áreas degradadas por cultivos agrícolas mediante el cultivo de leguminosas principalmente, para así recuperar la fertilidad del suelo. |
| Especies agrostológicas a considerar | Afalfa (<i>Medicago sativa</i>), Chocho o tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>), Rye grass (<i>Lolium multiflorum</i>), Trébol (<i>Trifolium repens</i>), Trigo (<i>Triticum spp</i>), Avena (<i>Avena sativa</i>) y Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) |
| Consideraciones técnicas | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinación de las áreas para pastizales ▪ Consideración del calendario fenológico de las especies ▪ Determinación de las especies a cultivar ▪ Establecimiento de medidas de manejo como la rotación de pastos, abonamiento orgánico, control de plantas invasoras y riego adecuado |
| Beneficiarios | Pobladores de la parte media y alta de la Subcuenca Shullcas |
| Costo | S/. 827,160 |
| Tiempo de ejecución | 190 días |

Fuente: Elaboración propia

4.3.4.4. Programa N° 4: Promoción de la planificación ambiental

Tabla 100. Educación y sensibilización ambiental

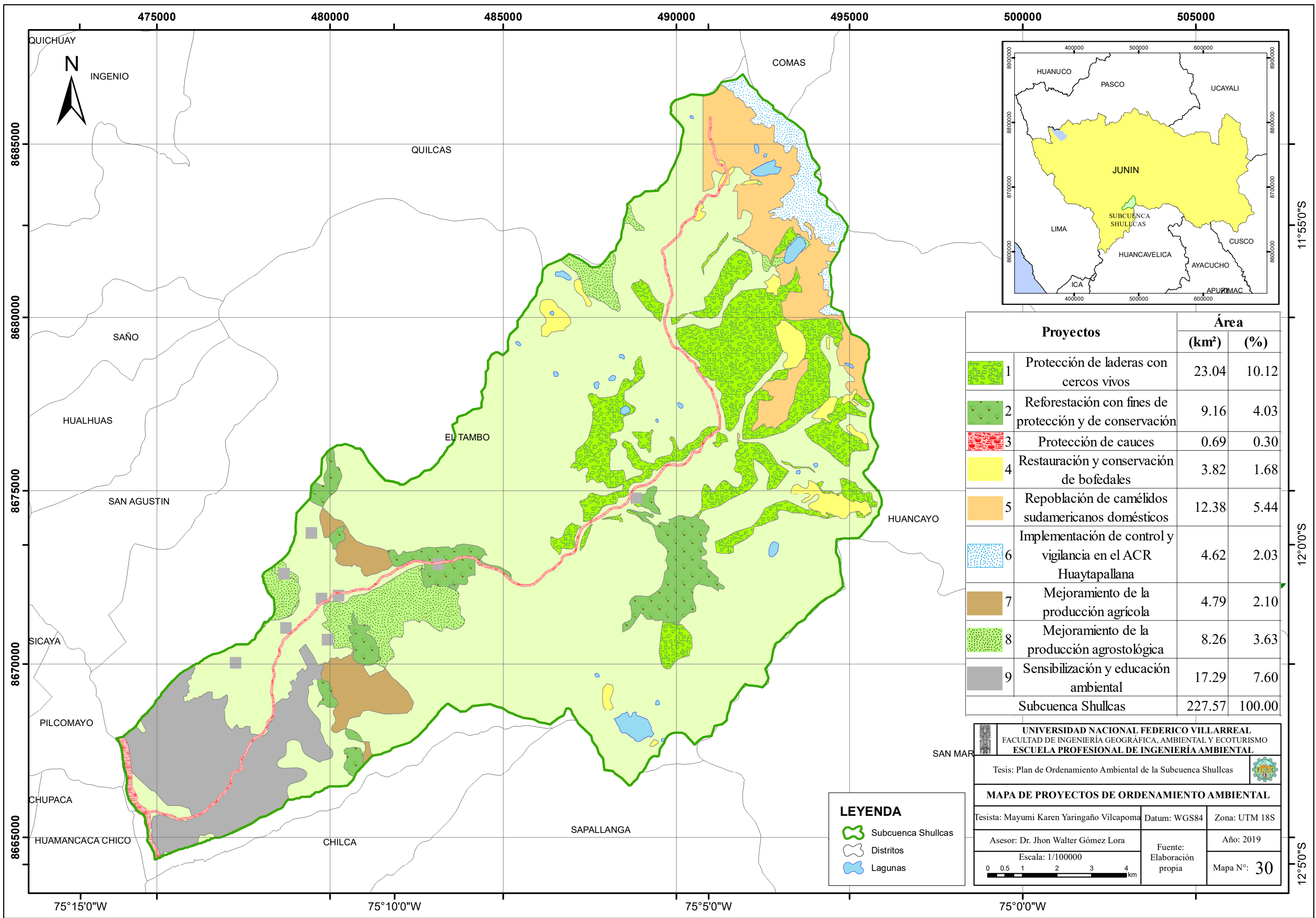
| Proyecto N° 9: Educación y sensibilización ambiental | |
|---|---|
| Ubicación | En los centros poblados de los distritos de Huancayo y El Tambo que se encuentren en la Subcuenca Shullcas. |
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilizar a la población de la Subcuenca Shullcas sobre la importancia del uso sostenible de los recursos naturales • Integrar a los diversos centros poblados existentes en la subcuenca |
| Descripción | Consistirá en dar charlas de sensibilización y capacitación sobre el manejo y aprovechamiento adecuado de los recursos hídricos y del recurso suelo principalmente. Para ello se tiene que disponer de personas capaces de realizar este tipo de charlas, los materiales y equipos necesarios, así como de espacios en los diferentes centros poblados y también de la programación de fechas de las charlas, reuniéndonos primero con las autoridades principales y seguidamente con los pobladores. |
| Centros poblados a considerar | Palian, Uñas, Vilcacoto, Chamisería, Acopalca, Aza, Cullpa Baja, Cullpa Alta, Cochas Chico y Cochas Grande |
| Consideraciones técnicas | <ul style="list-style-type: none"> • Tener en cuenta las buenas prácticas que los pobladores tienen actualmente sobre el manejo de los recursos naturales y mejorarlas • Desechar gradualmente las malas prácticas de los pobladores • Poner énfasis en los beneficios ambientales y económicos que les va a traer el manejo adecuado de los recursos • Realizar capacitaciones acerca del manejo de sus cultivos agrícolas, agrostológicos y de su actividad ganadera. • Dar a conocer sobre la susceptibilidad física, los peligros y riesgos geológicos, así como la vulnerabilidad a inundaciones a los que se encuentran expuestos y las medidas que deberían tomar |
| Beneficiarios | Pobladores de los diferentes centros poblados de la Subcuenca Shullcas |
| Costo | S/. 205,500 |
| Tiempo de ejecución | 60 días (5 veces por mes) |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 101. Costo total de los proyectos del Plan de Ordenamiento Ambiental

| Programas | Proyectos | | Costos | |
|--|------------------|--|--------------------|-------------|
| Preservación, recuperación y protección de recursos | 1 | Protección de laderas con cercos vivos | S/1,845,840 | S/2,791,790 |
| | 2 | Reforestación con fines productivos y de conservación | S/697,365 | |
| | 3 | Protección de cauces | S/248,585 | |
| Conservación ecológica | 4 | Restauración y conservación de bofedales | S/627,750 | S/3,006,215 |
| | 5 | Repoblación de camélidos sudamericanos domésticos | S/516,250 | |
| | 6 | Implementación de control y vigilancia en el ACR Huaytapallana | S/1,862,215 | |
| Uso racional y aprovechamiento de recursos | 7 | Mejoramiento de producción agrícola | S/776,580 | S/1,603,740 |
| | 8 | Mejoramiento de producción agrostológica | S/827,160 | |
| Promoción de la planificación ambiental | 9 | Educación y sensibilización ambiental | S/205,500 | S/205,500 |
| Costo Total | | | S/7,607,245 | |

Fuente: Elaboración propia



| Proyectos | Área | |
|--|--------------------|---------------|
| | (km ²) | (%) |
| 1 Protección de laderas con cercos vivos | 23.04 | 10.12 |
| 2 Reforestación con fines de protección y de conservación | 9.16 | 4.03 |
| 3 Protección de cauces | 0.69 | 0.30 |
| 4 Restauración y conservación de bofedales | 3.82 | 1.68 |
| 5 Repoblación de camélidos sudamericanos domésticos | 12.38 | 5.44 |
| 6 Implementación de control y vigilancia en el ACR Huaytapallana | 4.62 | 2.03 |
| 7 Mejoramiento de la producción agrícola | 4.79 | 2.10 |
| 8 Mejoramiento de la producción agrostológica | 8.26 | 3.63 |
| 9 Sensibilización y educación ambiental | 17.29 | 7.60 |
| Subcuenca Shullcas | 227.57 | 100.00 |

LEYENDA

- Subcuenca Shullcas
- Distritos
- Lagunas

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Shullcas

MAPA DE PROYECTOS DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tesista: Mayumi Karen Yaringaño Vilcapoma Datum: WGS84 Zona: UTM 18S

Asesor: Dr. Jhon Walter Gómez Lora Fuente: Elaboración propia Año: 2019

Escala: 1/100000 Mapa N°: 30

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

✓ En la tesis “Plan de Ordenamiento Ambiental para la Microcuenca de la Quebrada Tacurma” de Uriarte Alex (2010) y en la tesis “Plan de Ordenamiento Ambiental para la Subcuenca Chamacha del Río Lurín” de Bravo Pamela (2012) se realizó la ZEE mediante la integración de tres submodelos (capacidad de uso mayor de tierras, reordenamiento de tierras y vulnerabilidad de tierras) sin utilizar la Guía técnica de modelamiento SIG para ZEE aprobada por el MINAM el año 2010, mientras que para la presente investigación se integraron cuatro modelos (capacidad de uso mayor de suelos, conflicto de uso, susceptibilidad física y aptitud urbano industrial) utilizando la Guía técnica de modelamiento SIG para ZEE.

✓ Tanto para la microcuenca Tacurma, subcuenca Chamacha y subcuenca Shullcas se identificaron 5 unidades ambientales (Zona de producción agrícola, Zonas de producción agrostológica, Zona de producción forestal y Zona urbana), de las cuales la que predomina en todas es la “Zona de tierras de protección” con un 54.74%, 76% y 61.50% respectivamente. Mientras que la que menos predomina para la microcuenca Tacurma y la subcuenca Chamacha es la “Zona de áreas urbanas” con un 0.09% y 0,6% respectivamente y para la subcuenca Shullcas es la” Zona de producción forestal” con el 1.65%.

✓ En la tesis “Plan de Ordenamiento Ambiental para contribuir a mejorar la calidad de vida en la Microcuenca Pacapausa, Provincia de Parinacochas, Ayacucho” de Aramburú Jhoselyn (2015), en la tesis “Plan de Ordenamiento Ambiental utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Microcuenca Quebrada Acomayo – Cuenca del Río Chillón” de Moreano Jhuliana (2017) y en la tesis “Plan de Ordenamiento Ambiental de la Subcuenca Llacomayqui - Provincia Huarochirí - Lima” de Pariasca Jorge (2018) se realizó la Zonificación Ambiental utilizando la Guía técnica de modelamiento SIG para ZEE aprobada por el MINAM el año 2010 al igual que en la presente tesis.

✓ Para la microcuenca Pacapausa y la microcuenca Acomayo se consideraron la integración de 3 submodelos (capacidad de uso mayor, conflictos de uso de suelo y vulnerabilidad del suelo), en cambio para la subcuenca Llacomayqui y la subcuenca Shullcas en lugar de vulnerabilidad del suelo, se denominó susceptibilidad física, además de utilizar aquellos 3 submodelos, se adicionó 1 submodelo más. Para la tesis de Pariasca Jorge fue el modelo de protección de aguas superficiales y para esta tesis se adicionó el modelo de aptitud urbano industrial.

✓ Tanto para la microcuenca Pacapausa y la subcuenca Llacomayqui se identificaron 3 unidades ambientales (Zona productiva, Zona de protección y conservación ecológica y Zona urbana), de las cuales la que predomina en todas es la “Zona productiva” con un 52.1%, 63.9% respectivamente. Mientras que la que menos predomina para ambas es la “Zona urbana” con un 0.05% y 0.4% respectivamente. Además, en ambos existe una subzona de conservación de especies, la cual es un área que no se ha considerado en las demás tesis ni en la presente investigación.

✓ Tanto para la microcuenca Acomayo y la subcuenca Shullcas se identificaron 5 unidades ambientales (Zona de producción agrícola, Zonas de producción agrostológica, Zona de producción forestal y Zona urbana), de las cuales la que predomina en todas es la “Zona de tierras de protección” con un 21.3% y 61.50% respectivamente. Mientras que la que menos predomina para la microcuenca Acomayo es la “Zona de áreas urbanas” con un 0.6% y para la subcuenca Shullcas es la” Zona de plantaciones forestales” con el 1.65%.

✓ En todas las tesis anteriores se ha realizado el Plan de Ordenamiento Ambiental en microcuencas o subcuencas donde existe muy poca área urbana y pocos pobladores, en cambio la presente investigación se realizó en una subcuenca donde el área urbana y la población es más grande, tal es el caso que la “Zona urbana” en la subcuenca Shullcas ocupa el 7.60% y en las demás tesis es menor al 1%. Es por ello que se ha agregado el modelo de aptitud urbano

industrial, pues este busca identificar la zona con mayor aptitud urbano industrial para que las ciudades se ubiquen en dichos lugares y así evitar que estas invadan zonas con otras potencialidades.

✓ Todas las tesis mencionadas anteriormente llevan en común que la “Zona de Protección” es la que predomina, cumpliéndose en todas que esta zona es mayor al 50% del área de investigación, es por ello que se formulan proyectos de preservación y conservación de los recursos existentes.

✓ En todas las tesis anteriores se consideraron diferentes programas enfocados a los siguientes aspectos: Preservación, recuperación y protección de recursos, Conservación ecológica, Uso racional y aprovechamiento de recursos, Planificación del turismo y Promoción de la planificación ambiental; en cambio en la presente tesis no se consideró la planificación del turismo porque en la Subcuenca Shullcas este aspecto ya se encuentra desarrollado.

VI. CONCLUSIONES

- Se realizó el diagnóstico ambiental físico (fisiografía, pendientes, geomorfología, geomorfología cuantitativa, geología, suelos, geodinámica externa, zonas de vida, cobertura vegetal, uso actual y clima), biológico (flora, fauna y áreas naturales protegidas), socioeconómico (población, servicios básicos y actividades económicas) y cultural de la Subcuenca Shullcas identificándose así los recursos existentes y la situación ambiental actual en la que se encuentra.
- Se elaboró la Zonificación Ambiental estableciéndose cinco Unidades Ambientales que a su vez se subdividen en 15 las cuales son: Zona de producción agrícola (9.34%) que incluye Zona de producción agrícola con uso conforme (7.23%) y Zona de producción agrícola con conflictos por sub uso (2.11%); Zona de producción agrostológica (19.92%) que incluye Zona de producción agrostológica con conflictos por sobre uso (2.43%), Zona de producción agrostológica con uso conforme (16.29%) y Zona de producción agrostológica con conflictos por sub uso (1.20%); Zona de producción forestal (1.65%); Zona de protección (61.50%) que incluye Zona de protección con conflictos por sobre uso (2.38%), Zona de protección con uso conforme (44.35%), Zona de protección de laderas (10.12%), Zona de protección de bofedales (1.68%), Zona de protección de cauces (0.30%), Zona de protección de lagunas (0.64%) y Zona de protección de nevados (2.03%); y finalmente Zona urbana (7.60%).
- Se formularon cuatro programas que comprenden nueve propuestas de proyectos los cuales son: Protección de laderas con cercos vivos, Reforestación con fines productivos y de conservación, Protección de cauces, Restauración y conservación de bofedales, Repoblación de camélidos sudamericanos domésticos, Implementación de control y vigilancia en el Área de Conservación Regional Huaytapallana, Mejoramiento de producción agrícola, Mejoramiento de producción agrostológica y finalmente

Educación y sensibilización ambiental; mediante los cuales se busca la preservación, recuperación y protección de recursos, la conservación ecológica, el uso racional y aprovechamiento de recursos: y la promoción de la planificación ambiental, para que en su conjunto finalmente se pueda contribuir a la mejora de la calidad de vida de la población de la Subcuenca Shullcas.

VII. RECOMENDACIONES

- El Plan de Ordenamiento Ambiental es un proceso en el cual se van formulando constantemente programas y proyectos que deben implementarse de forma organizada con los gobiernos regionales, locales y la población.
- Tomar en cuenta el diagnóstico, la zonificación ambiental y la formulación de los proyectos realizados en la presente investigación como guía para comprender la problemática actual de la Subcuenca Shullcas y para contribuir a la mejora de la calidad de vida de la población de la Subcuenca Shullcas.
- En la presente investigación se dejan posibles temas de investigación como son los que giran en torno al estudio del Nevado Huaytapallana por ser una de las principales fuentes para el abastecimiento del recurso hídrico en la población de la Subcuenca Shullcas.
- Capacitar constantemente a los pobladores de la subcuenca sobre las tecnologías y/o actividades que optimicen la producción agrícola, agrostológica y ganadera de la zona de estudio, para así generar también un generen el desarrollo económico.
- Sensibilizar a la población constantemente mediante la educación ambiental, desde el conocimiento de los problemas ambientales existentes en la subcuenca, de las medidas a tomar para cada problema y de la importancia de la conservación de los recursos naturales para generaciones futuras.
- Utilizar el procedimiento metodológico empleado en la presente investigación para otras cuencas con similares características.

VIII. REFERENCIAS

- Aguirre, N. (2007). *Manual para el manejo sustentable de cuencas hidrográficas*. Ecuador.
- Alvarez, L. (2015). *Sub modelo de aptitud urbano industrial*. Iquitos.
- Andina. Agencia Peruana de Noticias. (29 de 09 de 2017). Huancayo: avanza construcción de planta de tratamiento de residuos sólidos.
- Aramburú, J. (2015). *Plan de Ordenamiento Ambiental para contribuir a mejorar la calidad de vida en la Microcuenca Pacapausa, Provincia de Parinacochas, Ayacucho*. Lima.
- Arana, F. (2018). *El crecimiento urbano y su influencia por el cambio de uso de tierras en el valle del Mantaro*. Lima .
- Arroyo, J. et al. (2012). Impactos de las actividades antrópicas en el nevado Huaytapallana. *Apuntes de ciencia y sociedad*.
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2014). *Inventario nacional de glaciares y lagunas*. Huaraz .
- Ballardo, C. (s.f.). *Manual de prácticas de geología*. Lima.
- Cassana, W. et al. (2011). *Plan de Ordenamiento territorial del sub modelo biológico ecológico de la cuenca del Río Shullcas*. Huancayo.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE]. (2016). *Diagnóstico de la subcuenca del Río Shullcas*. Huancayo.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE]. (2017). *Estudio de la vegetación en áreas de intervención en la subcuenca del Río Shullcas*. Huancayo.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE]. (2017). *Estudios de suelos en áreas de intervención en la subcuenca del Río Shullcas*. Huancayo .
- Comisión Técnica Regional Junín. (2015). *Memoria descriptiva del estudio de fisiografía del departamento de Junín a escala 1:100000*. Junín.
- Comisión Técnica Regional Junín. (2015). *Memoria descriptiva el estudio de suelos y capacidad de uso mayor del departamento de Junín a escala 1/100000*. Junín.
- Consejo Nacional del Ambiente [CONAM]. (2000). *Informe nacional sobre el estado del ambiente*. Obtenido de <http://www.pnuma.org/deat1/pdf/GEOPERUCONAM2000.pdf>
- Consejo Nacional del Ambiente [CONAM]. (2005). *Diagnóstico de la cuenca del Mantaro bajo la visión del cambio climático*. Lima.
- Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina [CONDESAN]. (2015). *Caracterización y análisis de la cuenca del Río Shullcas (Huaytpallana) y de la cuenca del Río Cachi como fuentes de agua y de servicios ecosistémicos hidrológicos para las empresa*. Lima.

- Córdova, M. (2015). *Estimación de caudales medios naturalizados en la cuenca del Río Mantaro mediante el método de regionalización estadística*. Lima.
- Córdova, M. (2016). *PRONTUBEAM*. Obtenido de http://www.prontubeam.com/articulos/articulos.php?Id_articulo=26
- De La Cruz, M. et al. (2018). *Áreas Naturales Protegidas*. Huancayo.
- Decreto del Consejo Directivo N° 010-2006-CONAM-CD (Congreso de la República del Perú 2006).
- Decreto Supremo N° 018-2011-MINAM (Congreso de la República del Perú 2011).
- Desarrollo Sostenible y Recursos Naturales. (2014). *VIII Curso Nacional de Ordenamiento Territorial*. Piura.
- Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos. (2010). *Evaluación de recursos hídricos superficiales en la cuenca del Río Mantaro*. Lima.
- Fernández, R. (s.f.). *Metodologías de modelización*. España: Unidad Docente de Lógica y Filosofía de la Ciencia.
- Fundación Ambiente y Recursos Naturales [FARN]. (2010). *Una aproximación al Ordenamiento Ambiental del Territorio como herramienta para la prevención y transformación democrática de conflictos socio-ambientales*. Argentina.
- Fundación española para la ciencia y la tecnología. (2004). *Meteorología y climatología*. España.
- Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. (2014). *Plan maestro del Área de Conservación Regional Huaytapallana*. Huancayo.
- Gómez, J. (1987). *Primer curso nacional de Recursos Hídricos*. Lima.
- Grupo Propuesta Ciudadana. (2014). *El Ordenamiento Territorial en el Perú*. Lima .
- Guevara, M. (s.f.). *Geodinámica externa*. Tacna.
- Huancayo Perú, la mayor información de la ciudad incontrastable. (2010). *Atractivos turísticos de Huancayo*. Obtenido de <http://www.dehuancayo.com/attractivos-turisticos.html>
- Informe de Bruntland (Organización de las Naciones Unidas [ONU], Bruntland, G. 1987).
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET]. (1968). *Geología del cuadrángulo de Huancayo*. Lima.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET]. (1994). *Geología del cuadrángulo de Jauja*. Lima.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET]. (2018). *Prospección de recursos y rocas y minerales industriales en la región Junín*. Lima.
- Instituto Nacional de Estadística e informática [INEI]. (2010). *Perfil sociodemográfico de provincia de Huancayo*. Huancayo.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2018). *Perú: crecimiento y distribución de la población, 2017*. Lima .
- Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA]. (1995). *Mapa ecológico del Perú*. Lima.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA]. (2008). *Afianzamiento hídrico en el valle del Río Shullcas con fines agrícolas* . Lima.
- Ley General del Ambiente N° 28611 (Congreso de la República del Perú 2005).
- Lux, B. (2017). *Conceptos básicos de morfometría de cuenca hidrográficas*. Guatemala.
- Mamaskato Foundation. (s.f.). *Plan de ordenamiento y manejo de la subcuenca hidrográfica de los Ríos Sambingo - Hato Viejo, Municipios de Bolívar, Mercaderes y Florencia, departamento de Cauca*. Colombia.
- Meza, C. (2010). *Aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) en el modelamiento del río Ucayali*. Lima .
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones [MTC]. (2013). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones [MTC]. (2016). *Actualización de la información vial*. Lima.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2010). *Guía técnica de modelamiento SIG para Zonificación Económica Ecológica*. Lima.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2011). *Memoria descriptiva del mapa de vulnerabilidad física del Perú*. Lima.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2013). *Caracterización y aptitud agroclimática de los cultivos de papa y maíz amiláceo en la subcuenca del Río Shullcas, Junín*. Lima.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2013). *Lineamientos de política del Ordenamiento Territorial*. Lima .
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2015). *Mapa nacional de cobertura vegetal. Memoria descriptiva*. Lima.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2015). *Orientaciones básicas sobre el ordenamiento territorial en el Perú*. Lima .
- Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). *Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas*. Colombia.
- Morales, D. (2015). *El ordenamiento de cuencas hidrográficas y el ordenamiento ambiental del territorio en la cuenca del río Risalda*. Colombia.
- Muñoz, C. (2014). *Clase de Meteorología I Introducción*. Lima.
- Muñoz, C. (2014). *Clase de Meteorología XI Lluvia*. Lima.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (1971). *Mapa mundial de suelos Vol. IV*. París.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2012). *Educación para el desarrollo sostenible*. Francia.
- Pariasca, J. (2018). *Plan de ordenamiento ambiental de la Subcuenca Llacomayqui, provincia Huarochirí, Lima*. Lima.
- Reglamento de Clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Decreto Supremo N° 017-2009-AG. (Congreso de la República del Perú 2009).
- Reglamento de la Ley Marco del Sistema de Gestión Ambiental N°28245. Decreto Supremo N° 008-2005-PCM. (Congreso de la República del Perú 2005).
- Reglamento de la Ley sobre Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica N° 26839. Decreto Supremo N° 068-2001-PCM. (Congreso de la República del Perú 2001).
- Reglamento de Zonificación Económica Ecológica. Decreto Supremo N° 087-2004-PCM. (Congreso de la República del Perú 2004).
- Sociedad Geográfica de Lima. (2011). *¿Qué es cuenca hidrológica?* Lima.
- SPDA Actualidad Ambiental. (17 de 07 de 2014). Junín: OEFA denuncia a municipios de Huancayo y El Tambo por inadecuada disposición de residuos sólidos.
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS]. (2014). *Proyecto de estudio tarifario*. Huancayo.
- Tejeda, J. (2017). *Análisis de recursos hídricos de la subcuenca del Río Shullcas para la gestión en Huancayo – Junín*. Huancayo .
- Universidad José Cecilio del Valle. (2011). *Cuenca hidrográfica y cuenca Hidrológica*. Obtenido de <https://hidrologiaujcv.wordpress.com/2011/05/20/cuenca-hidrografica/>
- Uriarte, A. (2010). *Plan de Ordenamiento Ambiental de la Microcuenca Tacurma*. Lima.
- Valcárcel, N. (s.f.). *Modelación y modelos en las ciencias*. Cuba.
- Wapa PE. (2018). *Semana Santa: Huancayo y sus 6 atractivos turísticos que puedes conocer*. Obtenido de <https://wapa.pe/trending/1213852-semana-santa-huancayo-y-sus-6-atractivos-turisticos-que-puedes-conocer>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Fotografía - Municipalidad Provincial de Huancayo



Fuente: Propia, Enero del 2019

Anexo 2. Fotografía - Municipalidad Distrital de El Tambo



Fuente: Propia, Enero del 2019

Anexo 3. Fotografía - Vista panorámica de Huancayo desde el Cerrito de la Libertad



Fuente: Propia, Enero del 2019

Anexo 4. Fotografía - Cruz de la Paz (Cochas Chico)



Fuente: Propia, Enero del 2019

Anexo 5. Fotografía - Torre Torre



Fuente: Propia, Enero del 2019

Anexo 6. Fotografía - Parada Virgen de las Nieves (ACR Huaytapallana)



Fuente: Propia, Febrero del 2019

Anexo 7. Fotografía - Área de Conservación Regional Huaytapallana



Fuente: Propia, Febrero del 2019

Anexo 8. Fotografía - Laguna Yana Uqsha



Fuente: Propia, Febrero del 2019

Anexo 9. Fotografía - Laguna Cocha Grande o Hatun Cocha (ACR Huaytapallana)



Fuente: Propia, Febrero del 2019

Anexo 10. Fotografía - Laguna Carhuacocha (ACR Huaytapallana)



Fuente: Propia, Febrero del 2019

Anexo 11. Fotografía - Nevado Huaytapallana (ACR Huaytapallana)



Fuente: Propia, Febrero del 2019

Anexo 12. Fotografía - Río Shullcas (Acopalca)



Fuente: Propia, Febrero del 2019

Anexo 13. Fotografía - Río Shullcas (Cochas Chico)



Fuente: Propia, Enero del 2019

Anexo 14. Fotografía - Río Shullcas (Open Plaza)



Fuente: Propia, Febrero del 2019

Anexo 15. Fotografía - Río Shullcas (Casa de la Juventud y la Cultura de Huancayo)



Fuente: Propia, Enero del 2019

Anexo 16. Fotografía - Río Shullcas (La Ribera)



Fuente: Propia, Enero del 2019

*Anexo 17. Fotografía - Descarga de desagüe doméstico al Río Shullcas
(La Ribera)*



Fuente: Propia, Enero del 2019

Anexo 18. Fotografía - Encuentro del Río Shullcas y Río Mantaro



Fuente: Propia, Enero del 2019

Anexo 19. Precipitación total mensual de la Estación Acobamba

| Estación: Acobamba | | | | | Lat (S): 12° 51' 11'' | | | | Departamento: Huancavelica | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-----------------------|------|------|------|----------------------------|-------|-------|-------|-------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | | Lon (W): 74° 33' 37'' | | | | Provincia: Acobamba | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | | Alt (m.s.n.m.): 3241 | | | | Distrito: Acobamba | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |
| 1993 | 124.7 | 87.6 | 57.4 | 22.8 | 16.0 | 0.0 | 10.7 | 26.5 | 13.7 | 23.7 | 19.0 | 31.9 | 434.0 |
| 1994 | 84.5 | 94.3 | 35.2 | 32.7 | 1.2 | 1.4 | 0.0 | 0.0 | 12.5 | 14.5 | 19.0 | 31.9 | 327.2 |
| 1995 | 92.8 | 89.0 | 66.3 | 7.3 | 0.0 | 4.6 | 9.9 | 8.2 | 32.1 | 35.1 | 53.0 | 53.3 | 451.6 |
| 1996 | 108.8 | 209.5 | 127.1 | 49.9 | 1.1 | 3.4 | 0.0 | 16.5 | 18.1 | 62.4 | 47.7 | 68.3 | 712.8 |
| 1997 | 135.6 | 110.0 | 62.3 | 42.3 | 14.7 | 0.0 | 7.4 | 29.9 | 54.2 | 52.6 | 101.1 | 87.3 | 697.4 |
| 1998 | 74.1 | 111.4 | 85.0 | 28.7 | 3.6 | 10.5 | 0.0 | 10.4 | 19.5 | 96.2 | 42.8 | 117.9 | 600.1 |
| 1999 | 147.8 | 163.6 | 65.8 | 33.9 | 16.0 | 16.8 | 6.5 | 0.0 | 47.7 | 14.0 | 86.9 | 70.0 | 669.0 |
| 2000 | 147.9 | 211.0 | 147.2 | 10.8 | 20.6 | 26.6 | 32.6 | 4.9 | 7.9 | 55.5 | 27.6 | 133.1 | 825.7 |
| 2001 | 215.8 | 49.6 | 110.5 | 34.2 | 54.4 | 4.9 | 38.3 | 17.7 | 38.6 | 40.0 | 73.7 | 114.0 | 791.7 |
| 2002 | 71.5 | 210.2 | 116.6 | 50.4 | 37.2 | 1.4 | 23.2 | 22.8 | 55.8 | 71.4 | 96.1 | 125.6 | 882.2 |
| 2003 | 80.6 | 134.9 | 113.2 | 80.7 | 8.2 | 0.9 | 0.0 | 54.9 | 28.4 | 11.6 | 35.6 | 132.4 | 681.4 |
| 2004 | 95.1 | 141.1 | 45.3 | 24.3 | 20.7 | 20.2 | 15.0 | 7.5 | 23.4 | 38.1 | 43.5 | 151.5 | 625.7 |
| 2005 | 71.5 | 51.0 | 83.3 | 19.8 | 12.2 | 2.4 | 11.7 | 6.7 | 11.8 | 119.5 | 38.1 | 141.3 | 569.3 |
| 2006 | 141.5 | 91.0 | 121.1 | 55.0 | 3.2 | 2.8 | 11.7 | 40.4 | 7.9 | 56.4 | 104.5 | 74.8 | 710.3 |
| 2007 | 108.2 | 68.0 | 152.5 | 88.6 | 40.9 | 0.0 | 7.0 | 2.0 | 47.1 | 74.0 | 27.2 | 109.7 | 725.2 |
| 2008 | 179.1 | 100.6 | 50.9 | 9.2 | 51.3 | 8.7 | 4.7 | 8.0 | 11.6 | 64.4 | 28.9 | 80.8 | 598.2 |
| 2009 | 120.4 | 164.3 | 68.3 | 30.4 | 18.1 | 3.4 | 5.9 | 18.4 | 19.8 | 30.0 | 118.7 | 115.4 | 713.1 |
| 2010 | 202.1 | 108.5 | 104.2 | 55.4 | 10.0 | 3.8 | 0.0 | 13.3 | 24.2 | 60.3 | 34.3 | 148.4 | 764.5 |
| 2011 | 239.9 | 256.3 | 171.4 | 73.2 | 10.1 | 7.6 | 11.8 | 16.8 | 28.2 | 76.1 | 88.4 | 109.0 | 1088.8 |
| 2012 | 102.0 | 212.3 | 80.6 | 127.2 | 33.1 | 19.6 | 3.4 | 4.0 | 21.4 | 37.7 | 45.0 | 164.2 | 850.5 |
| Promedio | 127.2 | 133.2 | 93.2 | 43.8 | 18.6 | 7.0 | 10.0 | 15.4 | 26.2 | 51.7 | 56.6 | 103.0 | 685.9 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 20. Precipitación total mensual de la Estación Acostambo

| Estación: Acostambo | | | | | Lat (S): 12° 21' 58'' | | | | Departamento: Huancavelica | | | | |
|---|-------|-------|-------|------|-----------------------|------|------|------|----------------------------|-------|-------|-------|-------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | | Lon (W): 75° 3' 23'' | | | | Provincia: Tayacaja | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | | Alt (m.s.n.m.): 3597 | | | | Distrito: Acostambo | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |
| 1993 | 181.1 | 136.0 | 96.1 | 50.2 | 15.7 | 3.2 | 24.4 | 32.6 | 73.1 | 62.0 | 162.5 | 115.3 | 952.2 |
| 1994 | 170.9 | 205.6 | 153.0 | 76.6 | 7.2 | 3.7 | 1.0 | 8.6 | 41.4 | 75.9 | 79.0 | 105.1 | 928.0 |
| 1995 | 80.0 | 151.7 | 158.6 | 38.8 | 6.8 | 12.5 | 11.8 | 12.4 | 41.4 | 31.5 | 92.0 | 90.3 | 727.8 |
| 1996 | 104.8 | 136.6 | 87.3 | 52.5 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 7.5 | 24.3 | 52.2 | 64.5 | 102.7 | 636.7 |
| 1997 | 137.9 | 115.0 | 81.3 | 49.7 | 1.9 | 2.0 | 4.4 | 28.3 | 76.2 | 44.3 | 77.6 | 96.9 | 715.5 |
| 1998 | 132.6 | 145.2 | 55.2 | 7.6 | 6.6 | 5.0 | 0.0 | 14.0 | 11.6 | 108.3 | 88.1 | 90.9 | 665.1 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1999 | 107.7 | 162.4 | 100.2 | 69.2 | 15.7 | 25.4 | 10.0 | 2.2 | 62.0 | 48.6 | 61.5 | 73.7 | 738.6 |
| 2000 | 125.3 | 146.3 | 107.9 | 39.6 | 53.3 | 8.7 | 21.5 | 20.1 | 22.9 | 102.7 | 13.9 | 88.9 | 751.1 |
| 2001 | 189.5 | 143.2 | 109.6 | 23.6 | 18.7 | 16.9 | 49.0 | 16.3 | 34.0 | 80.4 | 91.1 | 81.2 | 853.5 |
| 2002 | 52.7 | 202.5 | 133.0 | 32.7 | 20.3 | 2.5 | 50.0 | 29.8 | 41.8 | 73.5 | 64.1 | 117.5 | 820.4 |
| 2003 | 69.5 | 119.2 | 134.4 | 63.5 | 10.9 | 0.0 | 0.0 | 45.5 | 51.1 | 17.8 | 90.1 | 87.3 | 689.3 |
| 2004 | 60.2 | 119.2 | 96.4 | 33.3 | 17.7 | 48.0 | 11.8 | 17.0 | 40.7 | 70.6 | 119.3 | 116.6 | 750.8 |
| 2005 | 68.5 | 100.8 | 85.7 | 41.2 | 19.4 | 0.0 | 6.0 | 4.5 | 24.5 | 93.2 | 56.0 | 87.7 | 587.5 |
| 2006 | 147.0 | 119.5 | 104.5 | 49.7 | 6.5 | 12.3 | 0.0 | 27.9 | 27.4 | 78.8 | 111.7 | 96.0 | 781.3 |
| 2007 | 85.5 | 68.7 | 132.8 | 38.2 | 25.5 | 0.0 | 20.0 | 7.5 | 34.3 | 67.5 | 85.9 | 87.4 | 653.3 |
| 2008 | 131.8 | 120.5 | 62.3 | 35.9 | 16.6 | 18.1 | 4.0 | 5.0 | 53.0 | 101.2 | 32.3 | 85.3 | 666.0 |
| 2009 | 105.3 | 144.6 | 96.3 | 40.3 | 42.5 | 0.0 | 19.8 | 28.9 | 26.9 | 66.2 | 119.5 | 161.6 | 851.9 |
| 2010 | 209.2 | 101.0 | 116.8 | 16.6 | 11.5 | 11.3 | 0.0 | 29.8 | 9.6 | 76.2 | 43.3 | 125.9 | 751.2 |
| 2011 | 159.5 | 215.3 | 163.7 | 62.1 | 38.6 | 2.0 | 17.5 | 6.3 | 57.3 | 75.2 | 69.6 | 126.9 | 994.0 |
| 2012 | 77.2 | 252.9 | 55.8 | 122.8 | 37.1 | 9.5 | 10.3 | 6.8 | 32.7 | 48.1 | 77.9 | 201.4 | 932.5 |
| Promedio | 119.8 | 145.3 | 106.5 | 47.2 | 18.8 | 9.1 | 13.1 | 17.6 | 39.3 | 68.7 | 80.0 | 106.9 | 772.3 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 21. Precipitación total mensual de la Estación Carhuacayán

| Estación: Carhuacayán | | | | Lat (S): 11° 12' 1'' | | | | Departamento: Junín | | | | | |
|--|------------|------------|------------|-----------------------------|------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|------------|--------------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | Lon (W): 76° 17' 1'' | | | | Provincia: Yauli | | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | Alt (m.s.n.m.): 4129 | | | | Distrito: Sta. Bárbara de Carhuacayán | | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |
| 1993 | 141.2 | 203.9 | 145.2 | 111.4 | 21.4 | 4.8 | 1.8 | 14.1 | 83.1 | 117.2 | 201.6 | 178.8 | 1224.5 |
| 1994 | 225.5 | 80.0 | 120.5 | 150.6 | 20.2 | 8.1 | 15.7 | 12.6 | 7.7 | 85.4 | 163.7 | 65.1 | 955.1 |
| 1995 | 96.4 | 129.5 | 159.0 | 107.1 | 29.9 | 0.0 | 0.0 | 3.8 | 31.3 | 121.0 | 79.9 | 125.0 | 882.9 |
| 1996 | 101.1 | 105.9 | 128.7 | 110.5 | 45.0 | 2.7 | 0.9 | 8.4 | 9.2 | 42.4 | 59.8 | 102.7 | 717.3 |
| 1997 | 119.3 | 242.6 | 98.1 | 61.5 | 5.9 | 8.3 | 6.5 | 0.0 | 45.5 | 28.1 | 90.6 | 115.2 | 821.6 |
| 1998 | 110.0 | 160.5 | 127.2 | 68.9 | 26.6 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 94.1 | 95.6 | 41.0 | 98.7 | 825.1 |
| 1999 | 153.5 | 220.1 | 156.3 | 146.3 | 21.4 | 15.8 | 37.0 | 2.4 | 79.9 | 82.9 | 69.6 | 79.5 | 1064.7 |
| 2000 | 261.6 | 171.6 | 167.3 | 71.5 | 60.3 | 2.0 | 25.0 | 26.6 | 17.7 | 146.0 | 73.5 | 133.7 | 1156.8 |
| 2001 | 207.1 | 121.9 | 212.7 | 61.6 | 39.2 | 8.1 | 13.4 | 5.8 | 97.0 | 88.9 | 94.0 | 127.0 | 1076.7 |
| 2002 | 76.8 | 254.1 | 192.5 | 131.4 | 27.0 | 29.5 | 17.5 | 14.2 | 56.4 | 52.7 | 157.2 | 154.8 | 1164.1 |
| 2003 | 118.7 | 114.9 | 187.2 | 90.9 | 52.1 | 15.4 | 0.0 | 16.8 | 49.4 | 52.7 | 49.3 | 143.8 | 891.2 |
| 2004 | 52.7 | 138.4 | 78.8 | 28.8 | 69.8 | 19.7 | 11.7 | 66.6 | 47.1 | 133.2 | 76.5 | 168.9 | 892.2 |
| 2005 | 90.8 | 102.1 | 138.7 | 67.0 | 42.5 | 0.6 | 0.0 | 23.9 | 17.0 | 101.3 | 56.9 | 104.6 | 745.4 |
| 2006 | 193.5 | 108.6 | 168.3 | 86.1 | 13.3 | 22.7 | 4.0 | 25.7 | 60.4 | 121.1 | 100.5 | 249.6 | 1153.8 |
| 2007 | 125.7 | 150.6 | 262.1 | 97.7 | 43.9 | 0.0 | 0.0 | 3.8 | 20.8 | 122.8 | 59.3 | 134.1 | 1020.8 |
| 2008 | 135.3 | 90.8 | 123.8 | 45.1 | 2.4 | 5.9 | 1.0 | 7.8 | 37.5 | 142.7 | 38.2 | 105.7 | 736.2 |
| 2009 | 164.0 | 146.0 | 252.1 | 77.3 | 56.5 | 3.3 | 8.9 | 22.3 | 26.7 | 106.5 | 146.3 | 90.2 | 1100.1 |
| 2010 | 178.1 | 162.3 | 143.7 | 52.1 | 14.9 | 4.7 | 3.2 | 9.0 | 19.2 | 80.4 | 96.0 | 157.1 | 920.7 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| 2011 | 97.5 | 224.0 | 140.3 | 91.3 | 59.7 | 0.0 | 22.8 | 13.2 | 65.4 | 38.6 | 124.3 | 211.9 | 1089.0 |
| 2012 | 128.4 | 153.2 | 92.3 | 151.7 | 42.0 | 3.8 | 8.5 | 45.0 | 78.8 | 73.7 | 93.5 | 211.9 | 1082.8 |
| Promedio | 138.9 | 154.1 | 154.7 | 90.4 | 34.7 | 7.9 | 8.9 | 16.1 | 47.2 | 91.7 | 93.6 | 137.9 | 976.1 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 22. Precipitación total mensual de la Estación Choclococha

| Estación: Choclococha | | | | | Lat (S): 13° 6' 1'' | | | | Departamento: Huancavelica | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|----------------------|------|------|-------|----------------------------|-------|-------|-------|-------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | | Lon (W): 75° 2' 1'' | | | | Provincia: Castrovirreyna | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | | Alt (m.s.n.m.): 5068 | | | | Distrito: Santa Ana | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |
| 1993 | 131.6 | 128.4 | 153.5 | 184.0 | 23.0 | 29.6 | 8.5 | 36.6 | 72.8 | 104.0 | 109.3 | 65.8 | 1047.1 |
| 1994 | 133.5 | 331.0 | 239.0 | 50.2 | 39.8 | 11.3 | 32.7 | 18.8 | 60.3 | 28.8 | 43.5 | 22.4 | 1011.3 |
| 1995 | 33.3 | 133.2 | 179.6 | 97.1 | 16.7 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 26.4 | 65.8 | 69.3 | 63.2 | 686.7 |
| 1996 | 223.4 | 159.6 | 187.3 | 117.7 | 25.2 | 2.4 | 2.9 | 46.3 | 44.6 | 66.0 | 58.5 | 165.6 | 1099.5 |
| 1997 | 254.0 | 256.3 | 90.2 | 125.0 | 30.5 | 0.0 | 0.0 | 220.2 | 57.1 | 104.5 | 101.0 | 155.4 | 1394.2 |
| 1998 | 373.6 | 466.8 | 389.0 | 153.4 | 0.0 | 59.8 | 0.0 | 28.4 | 52.8 | 122.8 | 154.4 | 103.7 | 1904.7 |
| 1999 | 242.3 | 390.0 | 236.4 | 202.5 | 23.0 | 12.4 | 17.1 | 11.9 | 84.0 | 196.3 | 71.3 | 209.0 | 1696.2 |
| 2000 | 201.0 | 250.3 | 282.1 | 121.7 | 18.2 | 2.5 | 35.1 | 37.3 | 43.7 | 162.2 | 77.8 | 164.6 | 1396.5 |
| 2001 | 276.1 | 110.5 | 158.7 | 149.7 | 29.7 | 17.3 | 17.1 | 4.2 | 63.9 | 101.4 | 128.7 | 102.5 | 1159.8 |
| 2002 | 105.8 | 275.6 | 305.0 | 83.6 | 18.3 | 38.6 | 22.9 | 5.6 | 47.9 | 83.1 | 78.7 | 141.8 | 1207.0 |
| 2003 | 282.1 | 387.0 | 362.4 | 126.0 | 51.5 | 0.0 | 14.9 | 8.0 | 13.7 | 40.9 | 28.4 | 169.7 | 1484.7 |
| 2004 | 63.8 | 213.5 | 178.9 | 83.8 | 6.1 | 37.1 | 15.7 | 28.6 | 87.0 | 79.9 | 97.0 | 197.1 | 1088.6 |
| 2005 | 135.4 | 140.2 | 222.4 | 65.5 | 9.1 | 0.0 | 0.0 | 9.6 | 19.8 | 46.8 | 49.7 | 223.1 | 921.7 |
| 2006 | 250.8 | 204.6 | 213.5 | 98.1 | 0.0 | 8.6 | 0.0 | 25.0 | 63.8 | 94.1 | 111.5 | 139.0 | 1209.1 |
| 2007 | 111.3 | 137.7 | 172.7 | 81.5 | 7.7 | 3.8 | 1.6 | 2.8 | 21.8 | 62.3 | 111.5 | 155.9 | 870.7 |
| 2008 | 311.1 | 190.6 | 129.5 | 77.5 | 4.4 | 20.3 | 5.1 | 21.3 | 47.4 | 104.8 | 38.5 | 111.8 | 1062.3 |
| 2009 | 165.9 | 197.4 | 58.0 | 94.2 | 4.4 | 9.7 | 25.8 | 12.4 | 38.4 | 48.2 | 205.5 | 220.2 | 1080.1 |
| 2010 | 247.0 | 188.3 | 193.5 | 116.8 | 43.6 | 17.5 | 0.0 | 4.0 | 9.9 | 49.0 | 53.5 | 166.8 | 1089.9 |
| 2011 | 230.1 | 239.6 | 215.7 | 130.3 | 18.7 | 0.0 | 9.9 | 8.6 | 46.9 | 75.4 | 53.5 | 182.5 | 1211.3 |
| 2012 | 111.2 | 271.2 | 155.7 | 202.6 | 37.6 | 15.8 | 2.5 | 5.9 | 69.4 | 86.2 | 142.6 | 317.6 | 1418.3 |
| Promedio | 194.2 | 233.6 | 206.2 | 118.1 | 20.4 | 14.3 | 10.6 | 26.9 | 48.6 | 86.1 | 89.2 | 153.9 | 1202.0 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 23. Precipitación total mensual de la Estación Huancalpi

| Estación: Huancalpi | | | | | Lat (S): 12° 32' 32'' | | | | Departamento: Huancavelica | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----|----------------------------|-----|-----|-----|-------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | | Lon (W): 75° 14' 14'' | | | | Provincia: Huancavelica | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | | Alt (m.s.n.m.): 4437 | | | | Distrito: Vilca | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1993 | 317.5 | 223.5 | 203.6 | 217.5 | 45.8 | 28.0 | 73.7 | 66.9 | 114.7 | 237.9 | 313.9 | 234.7 | 2077.7 |
| 1994 | 254.2 | 306.8 | 230.2 | 92.5 | 39.1 | 12.0 | 36.9 | 39.7 | 40.5 | 50.0 | 53.5 | 134.9 | 1290.4 |
| 1995 | 124.0 | 144.2 | 153.2 | 64.9 | 11.3 | 0.1 | 14.5 | 8.0 | 75.4 | 53.7 | 88.6 | 200.0 | 938.0 |
| 1996 | 298.3 | 257.4 | 214.1 | 105.8 | 23.8 | 2.3 | 12.3 | 29.8 | 49.4 | 89.3 | 128.1 | 208.1 | 1418.9 |
| 1997 | 184.3 | 181.9 | 88.8 | 68.3 | 37.8 | 3.7 | 4.1 | 110.4 | 53.7 | 95.6 | 73.9 | 128.1 | 1030.6 |
| 1998 | 224.1 | 150.0 | 152.1 | 111.5 | 3.6 | 16.6 | 0.0 | 24.6 | 14.5 | 60.6 | 81.1 | 166.9 | 1005.7 |
| 1999 | 119.5 | 196.1 | 138.7 | 122.0 | 45.8 | 13.0 | 4.5 | 2.3 | 45.4 | 81.7 | 54.2 | 192.0 | 1015.5 |
| 2000 | 282.4 | 308.8 | 153.0 | 50.2 | 7.1 | 19.2 | 69.7 | 40.6 | 18.9 | 137.5 | 49.5 | 186.7 | 1323.8 |
| 2001 | 279.5 | 131.7 | 174.1 | 42.1 | 20.9 | 17.5 | 15.2 | 8.9 | 59.5 | 71.8 | 61.4 | 76.5 | 959.1 |
| 2002 | 108.6 | 246.1 | 206.1 | 66.5 | 28.5 | 4.8 | 112.3 | 19.9 | 83.4 | 106.3 | 93.7 | 107.0 | 1183.4 |
| 2003 | 88.2 | 105.4 | 158.4 | 100.3 | 8.9 | 5.8 | 7.1 | 37.7 | 31.1 | 26.1 | 69.2 | 142.9 | 781.2 |
| 2004 | 65.3 | 188.1 | 82.5 | 5.2 | 20.3 | 16.0 | 19.2 | 24.6 | 67.2 | 100.6 | 72.1 | 202.8 | 864.1 |
| 2005 | 105.4 | 86.5 | 88.7 | 21.8 | 24.5 | 2.0 | 4.5 | 14.6 | 43.6 | 95.9 | 33.0 | 115.6 | 636.2 |
| 2006 | 120.6 | 120.8 | 137.3 | 95.6 | 11.8 | 13.4 | 0.0 | 44.8 | 60.3 | 76.3 | 94.1 | 111.2 | 886.3 |
| 2007 | 78.5 | 36.5 | 185.5 | 37.8 | 15.4 | 0.0 | 2.0 | 3.2 | 49.6 | 49.9 | 61.6 | 99.3 | 619.5 |
| 2008 | 136.7 | 123.9 | 64.3 | 28.0 | 8.8 | 16.4 | 5.5 | 22.6 | 14.5 | 57.3 | 59.7 | 55.6 | 593.5 |
| 2009 | 61.4 | 97.1 | 81.5 | 63.2 | 36.8 | 2.9 | 28.5 | 6.1 | 29.8 | 50.9 | 119.1 | 189.2 | 766.5 |
| 2010 | 197.1 | 174.7 | 140.6 | 41.0 | 5.8 | 3.9 | 0.0 | 19.1 | 23.2 | 88.3 | 65.3 | 78.8 | 837.8 |
| 2011 | 203.7 | 268.4 | 134.3 | 93.3 | 30.6 | 0.0 | 11.3 | 8.7 | 80.2 | 56.1 | 52.0 | 143.7 | 1082.3 |
| 2012 | 79.5 | 191.6 | 93.3 | 114.0 | 15.0 | 25.6 | 8.9 | 4.4 | 63.2 | 25.2 | 97.4 | 114.2 | 832.3 |
| Promedio | 166.5 | 177.0 | 144.0 | 77.1 | 22.1 | 10.2 | 21.5 | 26.8 | 50.9 | 80.6 | 86.1 | 144.4 | 1007.1 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 24. Precipitación total mensual de la Estación Huayao

| Estación: Huayao | | | | | Lat (S): 12° 2' 18'' | | | | Departamento: Junín | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------------------------|------------|------------|------------|----------------------------|------------|------------|------------|--------------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | | Lon (W): 75° 20' 17'' | | | | Provincia: Chupaca | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | | Alt (m.s.n.m.): 3346 | | | | Distrito: Huachac | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |
| 1993 | 139.9 | 144.6 | 107.2 | 103.2 | 18.6 | 1.0 | 3.7 | 25.1 | 16.5 | 66.0 | 109.1 | 133.7 | 868.6 |
| 1994 | 121.2 | 198.0 | 128.3 | 90.9 | 31.1 | 1.5 | 1.3 | 16.9 | 16.5 | 58.7 | 61.8 | 111.7 | 837.9 |
| 1995 | 68.9 | 131.3 | 125.4 | 19.6 | 26.9 | 2.6 | 9.2 | 16.4 | 36.5 | 76.0 | 56.0 | 98.3 | 667.1 |
| 1996 | 121.4 | 113.8 | 105.2 | 37.7 | 4.6 | 1.3 | 0.0 | 16.3 | 22.8 | 58.8 | 32.3 | 86.0 | 600.2 |
| 1997 | 103.9 | 137.9 | 70.6 | 37.5 | 2.9 | 0.3 | 1.3 | 18.3 | 46.7 | 34.4 | 75.0 | 125.6 | 654.4 |
| 1998 | 153.5 | 126.0 | 61.3 | 81.6 | 1.9 | 3.9 | 0.0 | 35.0 | 33.9 | 93.5 | 56.8 | 79.3 | 726.7 |
| 1999 | 113.3 | 148.7 | 75.5 | 59.7 | 18.6 | 22.7 | 8.1 | 7.9 | 62.8 | 51.2 | 82.6 | 76.8 | 727.9 |
| 2000 | 106.9 | 141.7 | 111.6 | 16.1 | 16.3 | 3.8 | 10.0 | 36.4 | 17.6 | 68.8 | 31.7 | 114.8 | 675.7 |
| 2001 | 166.0 | 92.3 | 161.0 | 26.1 | 15.8 | 1.5 | 18.6 | 5.9 | 62.7 | 104.9 | 57.7 | 115.8 | 828.3 |
| 2002 | 95.6 | 149.2 | 115.8 | 28.4 | 12.3 | 4.4 | 31.0 | 11.7 | 66.2 | 71.7 | 93.9 | 133.3 | 813.5 |
| 2003 | 127.7 | 111.6 | 133.6 | 99.6 | 26.0 | 2.6 | 1.5 | 22.3 | 31.2 | 37.7 | 65.7 | 116.3 | 775.8 |
| 2004 | 52.1 | 159.6 | 51.1 | 35.9 | 16.6 | 9.0 | 15.0 | 7.3 | 44.6 | 49.5 | 95.9 | 81.4 | 618.0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 2005 | 52.1 | 73.4 | 74.3 | 26.6 | 14.0 | 0.6 | 6.3 | 5.8 | 19.3 | 116.7 | 61.1 | 72.1 | 522.3 |
| 2006 | 158.3 | 73.4 | 80.9 | 19.4 | 2.3 | 5.0 | 31.9 | 7.9 | 52.3 | 50.7 | 51.2 | 86.6 | 619.9 |
| 2007 | 97.4 | 36.3 | 139.8 | 55.6 | 13.0 | 0.0 | 2.6 | 2.2 | 15.9 | 64.4 | 50.6 | 77.8 | 555.6 |
| 2008 | 105.1 | 62.3 | 50.7 | 24.5 | 3.8 | 11.8 | 6.4 | 18.9 | 40.1 | 70.1 | 32.3 | 67.9 | 493.9 |
| 2009 | 92.5 | 90.2 | 131.0 | 62.9 | 16.4 | 9.7 | 7.4 | 32.1 | 26.4 | 40.1 | 114.6 | 111.7 | 735.0 |
| 2010 | 173.6 | 86.3 | 108.3 | 41.3 | 1.1 | 6.4 | 4.8 | 1.0 | 6.7 | 48.8 | 25.4 | 100.2 | 603.9 |
| 2011 | 157.3 | 231.8 | 111.8 | 72.9 | 19.3 | 0.0 | 3.6 | 1.9 | 68.6 | 48.7 | 71.3 | 124.9 | 912.1 |
| 2012 | 77.6 | 145.3 | 111.8 | 87.7 | 19.3 | 14.3 | 0.4 | 1.9 | 32.0 | 31.8 | 73.6 | 132.9 | 728.6 |
| Promedio | 114.2 | 122.7 | 102.8 | 51.4 | 14.0 | 5.1 | 8.2 | 14.6 | 36.0 | 62.1 | 64.9 | 102.4 | 698.3 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 25. Precipitación total mensual de la Estación Ingenio

| Estación: Ingenio | | | | | Lat (S): 11° 52' 51'' | | | | Departamento: Junín | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-----------------------|------|------|------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | | Lon (W): 75° 17' 16'' | | | | Provincia: Concepción | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | | Alt (m.s.n.m.): 3418 | | | | Distrito: Santa Rosa de Ocopa | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |
| 1993 | 24.3 | 49.2 | 46.4 | 81.2 | 17.1 | 0.6 | 0.5 | 2.1 | 10.9 | 70.9 | 181.3 | 90.6 | 575.1 |
| 1994 | 96.2 | 66.4 | 46.4 | 35.6 | 12.8 | 3.8 | 1.6 | 2.5 | 10.0 | 39.7 | 68.7 | 53.7 | 437.4 |
| 1995 | 59.5 | 66.4 | 39.6 | 91.7 | 4.6 | 3.0 | 1.5 | 1.6 | 23.1 | 60.4 | 26.2 | 26.5 | 404.1 |
| 1996 | 69.6 | 76.6 | 27.6 | 36.0 | 22.1 | 1.9 | 0.0 | 14.0 | 25.6 | 79.2 | 55.5 | 156.3 | 564.5 |
| 1997 | 194.9 | 134.9 | 72.0 | 54.6 | 22.1 | 8.4 | 0.1 | 2.9 | 36.5 | 69.9 | 108.3 | 223.0 | 927.7 |
| 1998 | 197.1 | 123.2 | 106.8 | 49.9 | 10.6 | 14.0 | 0.0 | 11.9 | 23.9 | 56.6 | 90.9 | 136.8 | 821.7 |
| 1999 | 129.1 | 171.4 | 94.7 | 123.6 | 17.1 | 11.3 | 9.3 | 1.0 | 66.6 | 56.6 | 89.0 | 113.9 | 883.6 |
| 2000 | 211.5 | 168.8 | 116.2 | 31.2 | 11.5 | 0.0 | 8.7 | 8.4 | 25.4 | 59.4 | 37.7 | 119.8 | 798.7 |
| 2001 | 158.0 | 119.1 | 213.5 | 38.7 | 15.0 | 0.0 | 7.2 | 0.0 | 16.0 | 51.8 | 72.1 | 86.3 | 777.7 |
| 2002 | 29.5 | 73.5 | 71.0 | 36.1 | 1.0 | 1.0 | 10.0 | 0.0 | 26.0 | 100.1 | 87.7 | 111.3 | 547.3 |
| 2003 | 124.7 | 76.4 | 175.2 | 78.1 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 | 19.1 | 8.9 | 61.0 | 130.0 | 704.4 |
| 2004 | 100.9 | 155.3 | 147.0 | 24.8 | 8.1 | 6.4 | 12.0 | 6.8 | 27.0 | 66.9 | 83.8 | 143.3 | 782.3 |
| 2005 | 82.6 | 75.6 | 105.7 | 23.1 | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 15.7 | 12.5 | 85.8 | 62.5 | 121.6 | 590.8 |
| 2006 | 135.1 | 85.0 | 127.5 | 39.3 | 0.0 | 2.3 | 1.5 | 1.3 | 21.1 | 58.5 | 105.4 | 90.1 | 667.2 |
| 2007 | 87.4 | 91.6 | 136.0 | 48.9 | 12.9 | 0.0 | 7.5 | 0.0 | 18.2 | 53.2 | 57.7 | 100.5 | 614.0 |
| 2008 | 118.3 | 86.4 | 64.9 | 26.0 | 6.8 | 11.8 | 8.1 | 2.7 | 38.9 | 82.3 | 36.7 | 96.8 | 579.8 |
| 2009 | 113.8 | 98.9 | 104.3 | 84.1 | 16.6 | 4.9 | 0.0 | 9.3 | 32.3 | 70.3 | 95.9 | 172.9 | 803.3 |
| 2010 | 155.5 | 133.9 | 84.0 | 55.6 | 2.2 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 8.7 | 61.9 | 57.2 | 130.0 | 691.9 |
| 2011 | 196.6 | 205.3 | 161.2 | 45.4 | 12.8 | 0.0 | 4.1 | 0.0 | 49.4 | 74.2 | 54.9 | 135.3 | 939.2 |
| 2012 | 88.6 | 132.2 | 75.7 | 135.7 | 19.9 | 28.0 | 0.0 | 3.8 | 28.4 | 51.6 | 67.1 | 186.1 | 817.1 |
| Promedio | 118.7 | 109.5 | 100.8 | 57.0 | 11.7 | 4.9 | 3.6 | 5.1 | 26.0 | 62.9 | 75.0 | 121.2 | 696.4 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 26. Precipitación total mensual de la Estación Jauja

| Estación: Jauja | | | | | Lat (S): 11° 47' 12'' | | | | Departamento: Junín | | | | |
|---|-------|-------|-------|------|-----------------------|------|------|------|---------------------|-------|-------|-------|-------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | | Lon (W): 75° 29' 13'' | | | | Provincia: Jauja | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | | Alt (m.s.n.m.): 3360 | | | | Distrito: Jauja | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |
| 1993 | 137.4 | 113.5 | 82.4 | 69.1 | 7.1 | 0.8 | 3.5 | 7.5 | 42.2 | 90.5 | 116.5 | 129.1 | 799.6 |
| 1994 | 130.8 | 114.7 | 111.4 | 85.4 | 11.1 | 4.3 | 0.0 | 3.0 | 11.7 | 68.0 | 64.7 | 83.4 | 688.5 |
| 1995 | 67.4 | 86.0 | 132.6 | 37.4 | 8.0 | 1.2 | 10.1 | 2.5 | 2.8 | 62.8 | 72.5 | 115.2 | 598.5 |
| 1996 | 84.7 | 101.9 | 138.5 | 61.4 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 31.8 | 48.4 | 31.6 | 79.7 | 587.4 |
| 1997 | 131.5 | 125.8 | 58.4 | 20.9 | 16.5 | 0.2 | 2.2 | 5.8 | 12.1 | 19.7 | 61.4 | 100.2 | 554.7 |
| 1998 | 121.6 | 111.1 | 85.1 | 19.1 | 1.0 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 7.8 | 122.0 | 68.2 | 105.5 | 643.7 |
| 1999 | 139.3 | 132.9 | 88.7 | 69.0 | 7.1 | 2.3 | 2.0 | 0.0 | 69.7 | 58.3 | 48.5 | 82.2 | 700.0 |
| 2000 | 152.5 | 148.2 | 147.4 | 32.4 | 10.5 | 3.9 | 4.4 | 12.5 | 16.8 | 52.6 | 40.8 | 99.9 | 721.9 |
| 2001 | 125.2 | 77.3 | 169.4 | 34.0 | 18.9 | 7.8 | 6.6 | 1.7 | 18.4 | 70.3 | 93.7 | 76.8 | 700.1 |
| 2002 | 53.4 | 136.3 | 131.5 | 79.1 | 8.1 | 2.0 | 18.2 | 3.6 | 66.0 | 51.6 | 88.8 | 101.8 | 740.4 |
| 2003 | 122.5 | 82.7 | 130.7 | 54.1 | 4.9 | 1.5 | 0.7 | 6.0 | 14.5 | 39.1 | 63.3 | 117.2 | 637.2 |
| 2004 | 50.3 | 136.1 | 108.5 | 38.3 | 14.7 | 6.1 | 4.7 | 5.1 | 36.1 | 50.4 | 89.5 | 78.5 | 618.3 |
| 2005 | 68.4 | 122.2 | 89.8 | 27.5 | 17.3 | 0.0 | 0.7 | 14.9 | 15.4 | 93.2 | 42.9 | 103.1 | 595.4 |
| 2006 | 105.3 | 98.1 | 114.6 | 43.2 | 8.0 | 19.9 | 4.0 | 3.9 | 17.0 | 48.1 | 50.2 | 89.9 | 602.2 |
| 2007 | 81.1 | 76.2 | 169.4 | 50.1 | 17.4 | 0.0 | 4.6 | 1.4 | 12.5 | 66.3 | 63.3 | 76.2 | 618.5 |
| 2008 | 112.7 | 100.5 | 63.3 | 11.3 | 13.3 | 6.4 | 0.6 | 4.2 | 28.0 | 64.2 | 31.4 | 72.8 | 508.7 |
| 2009 | 95.7 | 76.0 | 115.1 | 89.4 | 47.2 | 3.8 | 2.6 | 15.4 | 8.6 | 55.4 | 122.8 | 149.9 | 781.9 |
| 2010 | 130.5 | 96.1 | 59.0 | 52.7 | 6.2 | 2.2 | 0.5 | 0.6 | 27.9 | 72.6 | 51.8 | 106.9 | 607.0 |
| 2011 | 113.8 | 162.4 | 170.8 | 51.8 | 14.2 | 2.2 | 2.9 | 2.3 | 16.0 | 65.7 | 77.8 | 140.7 | 820.6 |
| 2012 | 98.4 | 110.2 | 62.4 | 89.0 | 24.6 | 3.2 | 0.4 | 4.4 | 45.2 | 52.3 | 91.4 | 131.8 | 713.3 |
| Promedio | 106.1 | 110.4 | 111.5 | 50.8 | 13.3 | 3.5 | 3.4 | 4.8 | 25.0 | 62.6 | 68.6 | 102.0 | 661.9 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 27. Precipitación total mensual de la Estación Lircay

| Estación: Lircay | | | | | Lat (S): 12° 58' 0'' | | | | Departamento: Huancavelica | | | | |
|---|-------|-------|-------|------|----------------------|------|------|------|----------------------------|------|-------|-------|-------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | | Lon (W): 74° 43' 0'' | | | | Provincia: Angaráes | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | | Alt (m.s.n.m.): 3518 | | | | Distrito: Lircay | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |
| 1993 | 239.5 | 107.6 | 103.4 | 96.7 | 36.9 | 13.2 | 28.0 | 19.7 | 25.8 | 67.5 | 138.5 | 137.5 | 1014.3 |
| 1994 | 186.3 | 218.6 | 145.4 | 76.1 | 29.9 | 7.8 | 0.5 | 7.0 | 24.8 | 30.3 | 52.4 | 72.2 | 851.3 |
| 1995 | 140.8 | 154.5 | 110.2 | 26.0 | 15.3 | 0.0 | 5.0 | 7.0 | 22.1 | 37.7 | 77.8 | 41.2 | 637.6 |
| 1996 | 131.5 | 161.6 | 120.4 | 52.1 | 8.4 | 0.0 | 0.0 | 33.6 | 27.8 | 55.4 | 37.2 | 88.0 | 716.0 |
| 1997 | 203.9 | 139.6 | 66.1 | 72.2 | 8.0 | 1.9 | 0.0 | 33.1 | 72.8 | 35.6 | 100.2 | 154.9 | 888.3 |
| 1998 | 193.0 | 115.8 | 100.0 | 71.0 | 0.0 | 12.1 | 0.0 | 4.6 | 15.1 | 69.2 | 69.4 | 95.0 | 745.2 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 1999 | 94.4 | 149.6 | 103.8 | 71.9 | 36.9 | 9.4 | 29.7 | 0.0 | 13.7 | 49.1 | 30.6 | 68.0 | 657.1 |
| 2000 | 175.4 | 204.2 | 84.6 | 14.3 | 34.5 | 22.1 | 61.9 | 39.6 | 6.7 | 127.0 | 20.5 | 133.7 | 924.5 |
| 2001 | 220.1 | 119.7 | 132.6 | 43.7 | 49.9 | 6.4 | 25.9 | 20.1 | 54.4 | 44.8 | 72.6 | 116.9 | 907.1 |
| 2002 | 116.4 | 230.8 | 165.8 | 68.0 | 44.6 | 6.5 | 41.7 | 16.4 | 51.5 | 120.5 | 90.5 | 169.2 | 1121.9 |
| 2003 | 139.4 | 193.9 | 180.8 | 61.5 | 53.0 | 0.4 | 4.2 | 37.4 | 21.1 | 27.2 | 60.8 | 116.7 | 896.4 |
| 2004 | 92.4 | 158.9 | 100.9 | 34.7 | 16.9 | 37.3 | 10.9 | 16.4 | 32.5 | 29.9 | 46.7 | 112.8 | 690.3 |
| 2005 | 71.8 | 91.1 | 143.8 | 35.7 | 25.0 | 1.4 | 15.6 | 5.1 | 34.3 | 71.3 | 27.4 | 113.4 | 635.9 |
| 2006 | 123.8 | 109.1 | 120.9 | 43.7 | 1.2 | 8.4 | 1.9 | 44.9 | 16.7 | 49.5 | 77.4 | 122.4 | 719.9 |
| 2007 | 124.1 | 71.6 | 173.1 | 63.4 | 36.6 | 0.0 | 26.9 | 1.8 | 36.8 | 41.8 | 53.0 | 113.3 | 742.4 |
| 2008 | 197.2 | 121.0 | 48.0 | 27.5 | 23.4 | 9.7 | 4.1 | 2.4 | 25.3 | 46.1 | 24.0 | 85.2 | 613.9 |
| 2009 | 133.6 | 180.4 | 71.2 | 55.1 | 24.2 | 12.1 | 26.6 | 8.9 | 33.4 | 45.3 | 131.6 | 170.3 | 892.7 |
| 2010 | 168.5 | 115.7 | 118.4 | 40.6 | 19.1 | 9.8 | 0.0 | 1.2 | 12.1 | 30.9 | 29.6 | 170.3 | 716.2 |
| 2011 | 188.1 | 234.8 | 161.8 | 53.7 | 19.8 | 2.4 | 17.3 | 14.1 | 46.4 | 26.5 | 61.8 | 111.7 | 938.4 |
| 2012 | 70.1 | 211.6 | 111.4 | 136.4 | 18.5 | 17.0 | 5.4 | 1.7 | 45.8 | 46.0 | 47.6 | 199.7 | 911.2 |
| Promedio | 150.5 | 154.5 | 118.1 | 57.2 | 25.1 | 8.9 | 15.3 | 15.8 | 31.0 | 52.6 | 62.5 | 119.6 | 811.0 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 28. Precipitación total mensual de la Estación Ricrán

| Estación: Ricrán | | | | | Lat (S): 11° 32' 32'' | | | | Departamento: Junín | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-----------------------|------|------|------|---------------------|-------|-------|-------|-------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | | Lon (W): 75° 31' 31'' | | | | Provincia: Jauja | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | | Alt (m.s.n.m.): 3677 | | | | Distrito: Ricrán | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |
| 1993 | 154.0 | 82.9 | 101.4 | 47.0 | 16.2 | 0.0 | 1.2 | 13.1 | 27.2 | 24.6 | 127.9 | 136.1 | 731.6 |
| 1994 | 126.2 | 101.3 | 112.7 | 88.4 | 29.5 | 6.4 | 2.4 | 2.4 | 33.7 | 53.1 | 53.1 | 97.3 | 706.5 |
| 1995 | 111.6 | 96.5 | 135.5 | 51.4 | 28.5 | 6.5 | 27.3 | 8.0 | 24.5 | 36.8 | 56.8 | 67.6 | 651.0 |
| 1996 | 84.5 | 103.7 | 93.0 | 56.6 | 21.3 | 1.1 | 7.2 | 8.4 | 27.5 | 67.1 | 78.2 | 95.1 | 643.7 |
| 1997 | 128.2 | 135.7 | 38.6 | 50.4 | 35.3 | 3.7 | 0.0 | 14.9 | 19.8 | 60.4 | 67.5 | 143.5 | 698.1 |
| 1998 | 117.0 | 131.1 | 110.9 | 13.6 | 0.0 | 9.5 | 0.0 | 1.2 | 5.3 | 75.0 | 101.5 | 97.7 | 662.8 |
| 1999 | 138.0 | 191.1 | 118.3 | 82.9 | 16.2 | 6.1 | 3.7 | 0.4 | 41.9 | 34.2 | 64.3 | 87.4 | 784.5 |
| 2000 | 147.6 | 138.0 | 148.7 | 60.7 | 14.8 | 12.0 | 4.7 | 20.3 | 33.3 | 47.3 | 29.3 | 127.0 | 783.8 |
| 2001 | 143.8 | 80.9 | 103.8 | 72.9 | 19.3 | 13.4 | 9.7 | 21.5 | 33.2 | 86.2 | 88.4 | 96.4 | 769.5 |
| 2002 | 24.8 | 181.1 | 131.9 | 86.8 | 11.7 | 9.9 | 28.3 | 10.6 | 31.7 | 101.8 | 106.9 | 90.2 | 815.7 |
| 2003 | 79.0 | 69.1 | 143.6 | 51.6 | 29.4 | 2.3 | 1.3 | 8.6 | 9.5 | 45.9 | 43.9 | 128.7 | 612.9 |
| 2004 | 49.8 | 102.5 | 88.6 | 54.9 | 15.0 | 13.4 | 17.6 | 23.0 | 35.7 | 70.9 | 71.6 | 135.3 | 678.3 |
| 2005 | 63.5 | 81.6 | 146.0 | 34.6 | 6.2 | 0.0 | 3.2 | 3.0 | 9.5 | 52.5 | 50.0 | 132.6 | 582.7 |
| 2006 | 134.0 | 77.7 | 117.2 | 84.5 | 2.6 | 17.1 | 13.3 | 13.7 | 28.4 | 83.2 | 92.5 | 142.8 | 807.0 |
| 2007 | 71.7 | 74.2 | 107.8 | 43.2 | 18.9 | 0.0 | 12.0 | 8.2 | 12.6 | 111.6 | 72.3 | 128.8 | 661.3 |
| 2008 | 109.6 | 111.8 | 101.9 | 61.4 | 15.5 | 17.6 | 1.8 | 13.0 | 47.1 | 216.3 | 38.3 | 120.0 | 854.3 |
| 2009 | 125.7 | 105.6 | 122.7 | 115.8 | 25.4 | 7.1 | 18.8 | 11.5 | 39.3 | 49.0 | 93.7 | 126.4 | 841.0 |
| 2010 | 117.0 | 108.1 | 132.7 | 59.5 | 18.8 | 7.7 | 1.7 | 3.6 | 41.1 | 64.2 | 62.2 | 150.5 | 767.1 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 2011 | 146.7 | 169.0 | 192.6 | 93.1 | 19.4 | 0.8 | 11.5 | 2.9 | 24.0 | 76.7 | 115.3 | 182.4 | 1034.4 |
| 2012 | 159.2 | 108.6 | 78.6 | 117.8 | 12.2 | 8.7 | 11.3 | 7.8 | 33.5 | 62.4 | 113.6 | 152.5 | 866.2 |
| Promedio | 111.6 | 112.5 | 116.3 | 66.4 | 17.8 | 7.2 | 8.9 | 9.8 | 27.9 | 71.0 | 76.4 | 121.9 | 747.6 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 29. Precipitación total mensual de la Estación Salcabamba

| Estación: Salcabamba | | | | | Lat (S): 12° 11' 58'' | | | | Departamento: Huancavelica | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|-------------|-----------------------|------------|-------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | | Lon (W): 74° 47' 9'' | | | | Provincia: Tayacaja | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | | Alt (m.s.n.m.): 3234 | | | | Distrito: Salcabamba | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |
| 1993 | 56.5 | 96.0 | 78.8 | 43.5 | 48.4 | 20.8 | 12.4 | 10.0 | 24.5 | 29.5 | 74.0 | 74.5 | 568.9 |
| 1994 | 190.1 | 104.8 | 83.8 | 32.8 | 4.5 | 2.5 | 0.0 | 5.8 | 7.0 | 29.1 | 64.4 | 38.1 | 562.9 |
| 1995 | 62.6 | 75.5 | 74.9 | 21.3 | 8.0 | 7.3 | 9.8 | 7.0 | 21.1 | 60.7 | 64.8 | 64.3 | 477.3 |
| 1996 | 111.4 | 96.8 | 108.6 | 42.2 | 26.3 | 2.8 | 4.5 | 7.3 | 32.8 | 39.1 | 37.1 | 53.7 | 562.6 |
| 1997 | 93.2 | 106.7 | 72.2 | 32.8 | 12.9 | 9.5 | 0.0 | 51.1 | 39.0 | 48.2 | 90.1 | 68.2 | 623.9 |
| 1998 | 73.7 | 76.6 | 117.2 | 42.5 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 9.9 | 6.3 | 33.5 | 57.9 | 91.8 | 512.4 |
| 1999 | 94.5 | 102.7 | 79.6 | 37.9 | 48.4 | 0.0 | 2.8 | 0.0 | 34.7 | 43.0 | 31.0 | 71.5 | 546.1 |
| 2000 | 58.6 | 123.2 | 166.4 | 45.4 | 14.8 | 0.0 | 0.0 | 15.3 | 20.9 | 68.9 | 10.0 | 31.4 | 554.9 |
| 2001 | 134.2 | 201.0 | 140.4 | 31.6 | 46.2 | 1.1 | 31.0 | 21.8 | 47.0 | 77.4 | 95.7 | 86.8 | 914.2 |
| 2002 | 81.8 | 238.5 | 106.3 | 44.4 | 8.6 | 11.6 | 59.1 | 20.0 | 45.6 | 94.4 | 59.0 | 125.2 | 894.5 |
| 2003 | 77.0 | 118.8 | 169.6 | 37.1 | 17.7 | 0.5 | 2.6 | 35.5 | 24.3 | 27.8 | 20.1 | 97.1 | 628.1 |
| 2004 | 99.2 | 203.7 | 93.5 | 30.3 | 3.4 | 26.9 | 18.3 | 26.0 | 42.5 | 59.6 | 82.7 | 114.8 | 800.9 |
| 2005 | 63.2 | 78.5 | 104.1 | 25.9 | 6.3 | 0.0 | 12.5 | 1.2 | 56.1 | 96.9 | 46.6 | 180.7 | 672.0 |
| 2006 | 207.9 | 119.0 | 149.1 | 46.7 | 7.5 | 22.7 | 1.0 | 16.5 | 11.6 | 103.5 | 127.7 | 165.0 | 978.2 |
| 2007 | 90.6 | 71.8 | 173.4 | 41.0 | 27.6 | 0.0 | 15.5 | 3.6 | 32.6 | 58.0 | 62.3 | 107.4 | 683.8 |
| 2008 | 217.9 | 101.0 | 82.0 | 46.1 | 4.2 | 1.8 | 0.4 | 14.7 | 18.2 | 66.3 | 49.0 | 59.5 | 661.1 |
| 2009 | 162.0 | 104.9 | 107.3 | 73.9 | 5.7 | 6.4 | 15.3 | 11.0 | 31.8 | 17.8 | 167.9 | 103.3 | 807.3 |
| 2010 | 135.4 | 89.4 | 127.0 | 24.3 | 11.6 | 2.2 | 7.0 | 10.6 | 14.4 | 111.8 | 29.0 | 183.4 | 746.1 |
| 2011 | 263.9 | 203.0 | 135.6 | 52.1 | 14.1 | 2.7 | 15.2 | 3.7 | 45.8 | 97.4 | 71.8 | 133.9 | 1039.2 |
| 2012 | 84.8 | 190.3 | 67.4 | 80.8 | 8.2 | 29.8 | 0.0 | 0.3 | 11.0 | 75.8 | 64.2 | 203.2 | 815.8 |
| Promedio | 117.9 | 125.1 | 111.9 | 41.6 | 16.2 | 7.6 | 10.4 | 13.6 | 28.4 | 61.9 | 65.3 | 102.7 | 702.5 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 30. Precipitación total mensual de la Estación Santa Ana

| Estación: Santa Ana | | | | | Lat (S): 12° 0' 15'' | | | | Departamento: Junín | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|-------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | | Lon (W): 75° 13' 15'' | | | | Provincia: Huancayo | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | | Alt (m.s.n.m.): 3304 | | | | Distrito: El Tambo | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 1993 | 112.0 | 106.4 | 109.1 | 88.5 | 23.4 | 1.8 | 3.4 | 13.0 | 14.5 | 19.6 | 63.2 | 66.2 | 621.2 |
| 1994 | 100.4 | 76.8 | 62.8 | 36.8 | 16.6 | 6.0 | 0.0 | 5.7 | 5.3 | 44.8 | 63.9 | 94.8 | 513.9 |
| 1995 | 77.6 | 78.7 | 108.2 | 19.8 | 7.4 | 1.5 | 6.4 | 8.7 | 17.8 | 86.7 | 76.8 | 120.1 | 609.8 |
| 1996 | 113.7 | 90.5 | 107.2 | 71.4 | 3.8 | 1.0 | 0.0 | 3.3 | 39.1 | 40.7 | 50.3 | 105.6 | 626.7 |
| 1997 | 142.3 | 146.3 | 60.9 | 30.3 | 3.3 | 2.1 | 2.4 | 20.2 | 32.4 | 46.0 | 74.2 | 155.8 | 716.2 |
| 1998 | 182.3 | 181.9 | 56.3 | 71.1 | 7.6 | 7.0 | 0.0 | 7.6 | 27.7 | 94.4 | 89.9 | 88.1 | 813.9 |
| 1999 | 83.6 | 159.8 | 81.5 | 31.6 | 23.4 | 20.4 | 11.1 | 3.6 | 60.5 | 67.4 | 102.0 | 86.6 | 731.5 |
| 2000 | 103.6 | 138.2 | 89.3 | 39.6 | 15.0 | 1.8 | 7.3 | 21.4 | 5.5 | 60.1 | 43.0 | 82.2 | 607.0 |
| 2001 | 108.9 | 117.5 | 178.6 | 31.5 | 9.9 | 0.8 | 8.4 | 4.1 | 40.2 | 78.3 | 71.3 | 120.7 | 770.2 |
| 2002 | 67.2 | 112.3 | 127.4 | 36.5 | 12.1 | 1.5 | 24.3 | 21.9 | 62.2 | 84.8 | 149.1 | 124.2 | 823.5 |
| 2003 | 95.5 | 121.2 | 166.9 | 64.3 | 30.9 | 0.0 | 0.5 | 21.0 | 25.4 | 25.7 | 83.8 | 166.4 | 801.6 |
| 2004 | 71.3 | 136.4 | 78.3 | 29.5 | 13.3 | 11.0 | 9.9 | 11.7 | 35.4 | 37.7 | 95.9 | 126.9 | 657.3 |
| 2005 | 50.8 | 120.8 | 87.5 | 26.8 | 5.2 | 12.0 | 2.6 | 0.4 | 13.1 | 129.8 | 60.0 | 134.7 | 643.7 |
| 2006 | 178.3 | 91.0 | 91.7 | 28.5 | 1.4 | 6.4 | 5.1 | 12.1 | 41.4 | 57.6 | 73.2 | 143.1 | 729.8 |
| 2007 | 104.0 | 75.5 | 150.7 | 37.2 | 13.7 | 0.0 | 6.3 | 13.6 | 20.8 | 56.9 | 59.8 | 74.5 | 613.0 |
| 2008 | 116.0 | 94.5 | 46.3 | 24.7 | 11.0 | 11.1 | 0.0 | 6.2 | 45.7 | 117.4 | 48.9 | 97.5 | 619.3 |
| 2009 | 94.7 | 102.8 | 120.9 | 84.2 | 22.0 | 1.8 | 7.6 | 23.3 | 39.1 | 48.4 | 129.1 | 133.2 | 807.1 |
| 2010 | 142.9 | 151.0 | 84.1 | 26.9 | 0.7 | 3.1 | 19.4 | 6.9 | 7.0 | 68.7 | 49.8 | 122.4 | 682.9 |
| 2011 | 205.7 | 271.0 | 139.2 | 79.1 | 11.5 | 0.0 | 9.8 | 3.8 | 79.9 | 73.4 | 55.7 | 140.7 | 1069.8 |
| 2012 | 108.4 | 133.6 | 75.8 | 126.7 | 29.5 | 28.0 | 0.0 | 2.0 | 37.1 | 58.0 | 61.8 | 184.5 | 845.4 |
| Promedio | 113.0 | 125.3 | 101.1 | 49.3 | 13.1 | 5.9 | 6.2 | 10.5 | 32.5 | 64.8 | 75.1 | 118.4 | 715.2 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 31. Precipitación total mensual de la Estación Viques

| Estación: Viques | | | | | Lat (S): 12° 9' 47'' | | | | Departamento: Junín | | | | |
|---|-------|-------|-------|------|----------------------|------|------|------|---------------------|-------|-------|-------|-------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | | Lon (W): 75° 14' 7'' | | | | Provincia: Huancayo | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | | Alt (m.s.n.m.): 3149 | | | | Distrito: Viques | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |
| 1993 | 216.2 | 214.6 | 41.1 | 24.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.4 | 25.2 | 94.8 | 173.8 | 142.7 | 942.5 |
| 1994 | 198.8 | 227.2 | 77.6 | 39.7 | 13.1 | 0.0 | 0.0 | 3.9 | 19.6 | 75.1 | 52.2 | 53.1 | 760.3 |
| 1995 | 76.0 | 145.0 | 152.4 | 42.9 | 3.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.2 | 45.9 | 49.4 | 76.5 | 602.8 |
| 1996 | 226.0 | 85.9 | 66.5 | 22.2 | 3.2 | 5.8 | 0.0 | 10.0 | 50.5 | 32.2 | 49.0 | 72.2 | 623.6 |
| 1997 | 126.3 | 134.5 | 74.3 | 34.1 | 4.9 | 0.0 | 21.1 | 11.7 | 69.9 | 41.3 | 38.7 | 139.1 | 695.9 |
| 1998 | 123.3 | 123.2 | 23.8 | 22.5 | 0.0 | 2.7 | 0.0 | 10.4 | 5.6 | 112.3 | 69.0 | 34.9 | 527.7 |
| 1999 | 89.4 | 167.0 | 59.2 | 29.7 | 0.0 | 3.4 | 5.8 | 0.0 | 36.1 | 22.9 | 50.7 | 46.8 | 511.0 |
| 2000 | 82.3 | 99.0 | 89.3 | 18.3 | 13.0 | 2.8 | 5.8 | 35.1 | 36.1 | 68.4 | 34.2 | 84.3 | 568.6 |
| 2001 | 163.7 | 103.8 | 143.1 | 29.3 | 23.0 | 0.0 | 23.6 | 8.8 | 53.5 | 116.9 | 47.0 | 104.6 | 817.3 |
| 2002 | 121.4 | 127.9 | 81.3 | 19.6 | 0.0 | 1.1 | 20.8 | 0.0 | 41.6 | 72.4 | 98.2 | 51.2 | 635.5 |
| 2003 | 75.4 | 166.3 | 129.3 | 43.0 | 14.2 | 0.0 | 0.0 | 7.4 | 30.4 | 26.0 | 79.9 | 90.8 | 662.7 |
| 2004 | 22.0 | 135.3 | 67.1 | 40.5 | 25.8 | 23.5 | 11.1 | 14.2 | 29.6 | 33.0 | 52.3 | 97.3 | 551.7 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|--------|
| 2005 | 54.1 | 76.2 | 61.8 | 21.2 | 11.9 | 0.0 | 0.0 | 17.5 | 32.4 | 108.0 | 51.1 | 80.6 | 514.8 |
| 2006 | 131.7 | 81.0 | 87.8 | 34.8 | 0.0 | 4.4 | 0.0 | 27.7 | 21.6 | 51.8 | 39.9 | 110.3 | 591.0 |
| 2007 | 84.1 | 32.6 | 108.1 | 25.1 | 0.0 | 0.0 | 9.2 | 0.0 | 23.4 | 31.2 | 37.2 | 35.0 | 385.9 |
| 2008 | 123.8 | 109.2 | 69.1 | 0.0 | 2.1 | 9.6 | 0.0 | 0.0 | 38.0 | 78.4 | 52.8 | 104.8 | 587.8 |
| 2009 | 87.8 | 57.5 | 118.9 | 39.9 | 22.1 | 0.0 | 5.8 | 21.4 | 9.9 | 59.0 | 83.1 | 171.8 | 677.2 |
| 2010 | 150.0 | 89.5 | 103.5 | 38.0 | 0.0 | 22.1 | 38.0 | 6.8 | 15.4 | 33.1 | 59.2 | 188.6 | 744.2 |
| 2011 | 202.6 | 300.1 | 180.7 | 96.7 | 17.3 | 0.0 | 8.4 | 11.0 | 69.4 | 53.4 | 56.0 | 128.6 | 1124.2 |
| 2012 | 115.5 | 203.8 | 92.1 | 122.1 | 21.0 | 19.7 | 5.6 | 6.2 | 55.7 | 42.9 | 42.2 | 144.5 | 871.3 |
| Promedio | 123.5 | 134.0 | 91.4 | 37.2 | 8.8 | 4.8 | 7.8 | 10.1 | 33.8 | 60.0 | 60.8 | 97.9 | 669.8 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 32. Precipitación total mensual de la Estación Yantac

| Estación: Yantac | | | | | Lat (S): 11° 20' 1'' | | | | Departamento: Junín | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|----------------------|------|------|------|--------------------------|-------|-------|-------|-------------|
| Fuente: SENAMHI | | | | | Lon (W): 76° 24' 1'' | | | | Provincia: Yauli | | | | |
| Parámetro: Precipitación total mensual (mm) | | | | | Alt (m.s.n.m.): 4670 | | | | Distrito: Marcapomacocha | | | | |
| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total anual |
| 1993 | 95.4 | 110.6 | 88.7 | 95.8 | 25.5 | 8.5 | 7.0 | 27.0 | 4.4 | 34.9 | 81.9 | 58.0 | 637.7 |
| 1994 | 92.4 | 90.5 | 103.7 | 60.2 | 25.6 | 9.8 | 9.1 | 16.7 | 31.6 | 35.8 | 64.2 | 78.4 | 618.0 |
| 1995 | 91.2 | 47.0 | 110.1 | 33.0 | 22.3 | 4.1 | 3.4 | 12.3 | 84.5 | 58.6 | 75.7 | 63.6 | 605.8 |
| 1996 | 117.8 | 124.5 | 98.9 | 60.1 | 23.4 | 0.5 | 1.1 | 21.2 | 28.8 | 52.3 | 56.0 | 99.5 | 684.1 |
| 1997 | 114.6 | 199.8 | 70.2 | 41.6 | 27.8 | 0.0 | 10.1 | 62.1 | 67.1 | 42.8 | 136.6 | 153.9 | 926.6 |
| 1998 | 167.5 | 175.3 | 138.8 | 50.7 | 5.3 | 30.7 | 0.0 | 24.5 | 39.0 | 108.9 | 41.2 | 84.2 | 866.1 |
| 1999 | 126.4 | 289.5 | 133.7 | 128.3 | 25.5 | 41.4 | 23.4 | 6.2 | 57.5 | 65.8 | 105.0 | 130.7 | 1133.4 |
| 2000 | 240.1 | 189.4 | 188.1 | 51.3 | 40.9 | 1.4 | 15.4 | 59.6 | 57.7 | 130.4 | 96.6 | 170.9 | 1241.8 |
| 2001 | 196.4 | 257.1 | 244.2 | 46.5 | 23.3 | 5.9 | 22.2 | 25.3 | 60.3 | 78.3 | 109.6 | 58.6 | 1127.7 |
| 2002 | 99.7 | 73.0 | 183.3 | 81.7 | 37.7 | 13.7 | 34.7 | 24.1 | 65.2 | 100.4 | 123.7 | 84.0 | 921.2 |
| 2003 | 98.6 | 166.1 | 185.8 | 105.6 | 43.1 | 9.9 | 11.0 | 32.1 | 22.4 | 35.5 | 74.1 | 213.9 | 998.1 |
| 2004 | 32.0 | 143.2 | 95.7 | 25.3 | 15.5 | 9.9 | 8.8 | 29.8 | 79.8 | 112.2 | 75.9 | 135.2 | 763.3 |
| 2005 | 75.9 | 80.5 | 114.0 | 42.6 | 14.7 | 6.1 | 2.0 | 20.7 | 24.0 | 33.1 | 33.4 | 120.9 | 567.9 |
| 2006 | 182.4 | 102.6 | 224.6 | 86.4 | 1.4 | 20.1 | 7.9 | 47.1 | 46.5 | 89.0 | 97.8 | 198.0 | 1103.8 |
| 2007 | 125.2 | 86.9 | 116.5 | 64.8 | 33.4 | 3.8 | 5.7 | 12.8 | 50.6 | 100.8 | 47.5 | 69.2 | 717.2 |
| 2008 | 155.7 | 150.8 | 119.7 | 56.6 | 5.7 | 10.8 | 10.4 | 13.4 | 22.5 | 77.7 | 52.6 | 72.5 | 748.4 |
| 2009 | 129.4 | 175.4 | 145.9 | 99.7 | 48.0 | 4.9 | 13.6 | 33.7 | 56.2 | 98.0 | 149.8 | 204.9 | 1159.5 |
| 2010 | 153.0 | 114.9 | 163.9 | 132.1 | 4.7 | 11.8 | 4.0 | 15.5 | 30.3 | 54.3 | 131.1 | 129.3 | 944.9 |
| 2011 | 193.0 | 139.5 | 151.7 | 58.2 | 22.9 | 0.0 | 28.4 | 10.7 | 67.2 | 49.7 | 90.3 | 124.0 | 935.6 |
| 2012 | 99.7 | 91.4 | 116.4 | 127.2 | 14.9 | 19.2 | 15.2 | 0.0 | 69.4 | 65.4 | 70.0 | 98.0 | 786.8 |
| Promedio | 129.3 | 140.4 | 139.7 | 72.4 | 23.1 | 10.6 | 11.7 | 24.7 | 48.3 | 71.2 | 85.7 | 117.4 | 874.4 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Anexo 33. Anexo III A del DS N° 017-2009-AG., 2009 - Páramo

| Páramo húmedo subalpino subtropical, Páramo pluvial subalpino subtropical y Páramo muy húmedo subalpino tropical | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|--|---------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|------------------|-------------|-----------------|-------------------|--------------------|--------------|-----------------------|
| Grupos de CUM | | Pendiente (%) | | Microrrelieve (hasta) | Factores edáficos (clases permisibles) | | | | | | | | | |
| | | Corta | Larga | | Prof. (cm) min | Textura (aceptada) | Pedreg. Sup. (hasta) | Drenaje (acepta) | pH (acepta) | Erosión (hasta) | Salinidad (hasta) | Inundación (hasta) | Fértil (sup) | Frag. Rocosos (hasta) |
| P | Pastos (zonas frías) | 0 - 4 | 0 - 2 | 3 | 15 | Todas | 3 | A,B,C,D, E,F,G* | Todos | Moderada | 2 | 2 | 3 | 3 |
| | | 4 - 8 | 2 - 4 | 3 | 15 | Todas | 3 | A,B,C,D, E,F,G* | Todos | Moderada | 2 | 0 | 3 | 3 |
| | | 8 - 25 | 4 - 15 | 3 | 20 | Todas | 3 | A,B,C,D, E,F | Todos | Moderada | 2 | 0 | 3 | 3 |
| | | 25 - 50 | 15 - 25 | 2 | 30 | MG,M,MF | 3 | A,B,C,D | Todos | Moderada | 2 | 0 | 3 | 3 |
| | | | 25 - 50 | 1 | 40 | MG,M,MF | 2 | A,B,C,D | Todos | Ligera | 2 | 0 | 3 | 3 |
| X | Protección | Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores. | | | | | | | | | | | | |
| * Solo si hay bofedales | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: (Reglamento de Clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Decreto Supremo N° 017-2009-AG., 2009)

Anexo 34. Anexo III A del DS N° 017-2009-AG., 2009 - Tundra y Matorral desértico

| Tundra pluvial alpino tropical, Tundra pluvial alpino subtropical, Tundra muy húmeda alpino subtropical, Tundra húmeda alpino subtropical, Tundra húmeda alpino templado cálido y Matorral desértico subalpino subtropical | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|--|-----------------------|--|--------------------|----------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------|-----------------------|---|
| Grupos de Capacidad de Uso Mayor | Pendiente (%) | | Microrrelieve (hasta) | Factores edáficos (clases permisibles) | | | | | | | | | | |
| | Corta | Larga | | Prof. (cm) mínima | Textura (aceptada) | Pedreg. Sup. (hasta) | Drenaje (acepta) | pH (acepta) | Erosión (hasta) | Salinidad (hasta) | Inundación (hasta) | Fétil (sup) | Frag. Rocosos (hasta) | |
| P | Pastos (zonas frías) | 0 - 4 | 0 - 2 | 3 | 15 | Todas | 3 | A,B,C,D ,E,F,G* | Todos | Moderada | 2 | 2 | 3 | 3 |
| | | 4 - 8 | 2 - 4 | 3 | 15 | G,MG,M, MF | 3 | A,B,C,D ,E,F,G* | Todos | Ligera | 2 | 0 | 3 | 3 |
| | | 8 - 25 | 4 - 15 | 2 | 20 | G,MG,M, MF | 3 | A,B,C,D ,E,F | Todos | Ligera | 2 | 0 | 3 | 3 |
| X | Protección | Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores. | | | | | | | | | | | | |
| * Solo si hay bofedales | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: (Reglamento de Clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Decreto Supremo N° 017-2009-AG., 2009)

Anexo 35. Anexo III A del DS N° 017-2009-AG., 2009 - Bosque seco

| Bosque seco montano bajo tropical, bosque seco montano bajo subtropical | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|-------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|------------------|-------------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------|-----------------------|---|
| Grupos de Capacidad de Uso Mayor | Pendiente (%) | | Microrrelieve (hasta) | Factores edáficos (clases permisibles) | | | | | | | | | | |
| | Corta | Larga | | Prof. (cm) mínima | Textura (aceptada) | Pedreg. Sup. (hasta) | Drenaje (acepta) | pH (acepta) | Erosión (hasta) | Salinidad (hasta) | Inundación (hasta) | Fétil (sup) | Frag. Rocosos (hasta) | |
| A | Cultivo en limpio (riego) | 0 - 4 | 0 - 2 | 3 | 30 | Todas | 1 | A,B,C,D ,E | 4,5 - 7,0 | Moderada | 1 | 2 | 3 | 1 |
| | | 4 - 8 | 2 - 4 | 2 | 45 | G,MG,M, MF | 1 | A,B,C,D ,E | 4,5 - 7,0 | Ligera | 1 | 0 | 3 | 1 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------------------------|--|---------|---|-----|---------------|---|-----------------|-----------|----------|---|---|---|---|
| | | 8 - 25 | 4 - 15 | 1 | 60 | MG,M,MF | 1 | A,B,C,D ,E | 4,5 - 7,0 | Ligera | 1 | 0 | 3 | 1 |
| | | | 15 - 25 | 1 | 100 | MG,M,MF | 1 | A,B,C,D | 5,0 - 7,0 | Ligera | 1 | 0 | 3 | 1 |
| C | Cultivo permanente (riego) | 0 - 4 | 0 - 2 | 2 | 45 | Todas | 2 | A,B,C,D ,E | 4,5 - 7,0 | Moderada | 2 | 1 | 3 | 2 |
| | | 4 - 8 | 2 - 4 | 2 | 60 | Todas | 2 | A,B,C,D ,E | 4,5 - 7,0 | Moderada | 2 | 0 | 3 | 2 |
| | | 8 - 25 | 4 - 15 | 1 | 100 | G,MG,M, MF | 2 | A,B,C,D ,E | 5,0 - 7,0 | Ligera | 2 | 0 | 3 | 2 |
| | | | 15 - 25 | 1 | 100 | G,MG,M, MF | 2 | A,B,C,D | 5,5 - 7,0 | Ligera | 2 | 0 | 3 | 2 |
| P | Pastos (temporales) | 0 - 8 | 0 - 2 | 3 | 15 | Todas | 3 | A,B,C,D ,E,F | 4,0 - 7,0 | Moderada | 2 | 2 | 3 | 3 |
| | | 8 - 25 | 4 - 15 | 3 | 30 | Todas | 3 | A,B,C,D ,E,F | 4,0 - 7,0 | Moderada | 2 | 0 | 3 | 3 |
| | | 25 - 50 | 15 - 25 | 3 | 45 | G,MG,M, MF | 3 | A,B,C,D ,E | 4,5 - 7,0 | Ligera | 2 | 0 | 3 | 3 |
| | | | 25 - 50 | 2 | 60 | G,MG,M, MF | 2 | A,B,C,D | 5,0 - 7,0 | Ligera | 2 | 0 | 3 | 3 |
| F | Producción forestal | 0 - 8 | 0 - 2 | 4 | 30 | Todas | 3 | A,B,C,D ,E | Todos | Severa | 2 | 3 | 3 | 3 |
| | | 8 - 25 | 4 - 25 | 4 | 45 | Todas | 3 | A,B,C,D ,E | Todos | Severa | 2 | 0 | 3 | 3 |
| | | 25 - 50 | 25 - 75 | 3 | 60 | Todas | 3 | A,B,C,D | Todos | Moderada | 2 | 0 | 3 | 3 |
| X | Protección | Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores. | | | | | | | | | | | | |

Fuente: (Reglamento de Clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Decreto Supremo N° 017-2009-AG., 2009)

Anexo 36. Anexo III A del DS N° 017-2009-AG., 2009 - Bosque húmedo

| Bosque húmedo montano tropical, bosque húmedo montano subtropical | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|--|---------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|------------------|-------------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------|-----------------------|
| Grupos de Capacidad de Uso Mayor | | Pendiente (%) | | Microrrelieve (hasta) | Factores edáficos (clases permisibles) | | | | | | | | | |
| | | Corta | Larga | | Prof. (cm) mínima | Textura (aceptada) | Pedreg. Sup. (hasta) | Drenaje (acepta) | pH (acepta) | Erosión (hasta) | Salinidad (hasta) | Inundación (hasta) | Fétil (sup) | Frag. Rocosos (hasta) |
| A | Cultivo en limpio (secano) | 0 - 4 | 0 - 2 | 3 | 30 | Todas | 1 | A,B,C,D,E | 4,5 - 7,0 | Moderada | 1 | 2 | 3 | 1 |
| | | 4 - 8 | 2 - 4 | 2 | 45 | G,MG,M,MF | 1 | A,B,C,D,E | 4,5 - 7,0 | Ligera | 1 | 0 | 3 | 1 |
| | | 8 - 25 | 4 - 15 | 1 | 60 | MG,M,MF | 1 | A,B,C,D,E | 4,5 - 7,0 | Ligera | 1 | 0 | 3 | 1 |
| | | | 15 - 25 | 1 | 100 | MG,M,MF | 1 | A,B,C,D | 5,0 - 7,0 | Ligera | 1 | 0 | 3 | 1 |
| P | Pastos | 0 - 8 | 0 - 2 | 3 | 15 | Todas | 3 | A,B,C,D,E,F | 4,0 - 7,0 | Moderada | 2 | 2 | 3 | 3 |
| | | 8 - 25 | 4 - 15 | 3 | 30 | Todas | 3 | A,B,C,D,E,F | 4,0 - 7,0 | Moderada | 2 | 0 | 3 | 3 |
| | | 25 - 50 | 15 - 25 | 3 | 45 | MG,M,MF | 3 | A,B,C,D,E | 4,0 - 7,0 | Ligera | 2 | 0 | 3 | 3 |
| | | | 25 - 50 | 2 | 60 | MG,M,MF | 2 | A,B,C,D | 5,0 - 7,0 | Ligera | 2 | 0 | 3 | 3 |
| F | Producción forestal | 0 - 8 | 0 - 2 | 4 | 30 | Todas | 3 | A,B,C,D,E | Todos | Severa | 2 | 3 | 3 | 3 |
| | | 8 - 25 | 4 - 25 | 4 | 45 | Todas | 3 | A,B,C,D,E | Todos | Severa | 2 | 0 | 3 | 3 |
| | | 25 - 75 | 25 - 75 | 3 | 60 | Todas | 3 | A,B,C,D | Todos | Moderada | 2 | 0 | 3 | 3 |
| X | Protección | Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores. | | | | | | | | | | | | |

Fuente: (Reglamento de Clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Decreto Supremo N° 017-2009-AG., 2009)

Anexo 37. Anexo III B del DS N° 017-2009-AG., 2009 – Drenaje, Salinidad e Inundación

| DRENAJE (w) | | | | | | SALINIDAD (l) | | | | | | INUNDACIÓN (l) | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|--------------------|---|----|---|---------------|-------------------------|----------|--------------------|---|---|----------------|----------|----------------------|------------|--------------------|---|---|---|---|
| Clases de drenaje | | Grupos de CUM | | | | | Clases de salinidad | | Grupos de CUM | | | | | Clases de inundación | | Grupos de CUM | | | | |
| Símb. | Nombre | A | C | P | F | X | Símb. | Nombre | A | C | P | F | X | Símb. | Nombre | A | C | P | F | X |
| | | Calidad agrológica | | | | | | | Calidad agrológica | | | | | | | Calidad agrológica | | | | |
| A | Excesivo | 3 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | Libre | 1 - 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | Sin riesgo | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| B | Algo excesivo | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | Ligera | 3 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | Ligera | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| C | Moderad. Gruesa | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | Moderada | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 2 | Moderada | 3 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| D | Bueno | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 3 | Fuerte | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 3 | Severa | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| E | Imperfecto | 3 | 3 | 2 | 2 | 0 | * Solo si hay bofedales | | | | | | 4 | Extrema | 0 | 0 | 0 | 0 | X | |
| F | Pobre | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| G | Muy pobre | 0 | 0 | 3* | 3 | X | | | | | | | | | | | | | | |
| * Solo si hay bofedales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: (Reglamento de Clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Decreto Supremo N° 017-2009-AG., 2009)

Anexo 38. Anexo III B del DS N° 017-2009-AG., 2009 – Erosión, Microrelieve y Profundidad efectiva

| EROSIÓN (e) | | | | | | MICRORELIEVE (e) | | | | | | PROFUNDIDAD EFECTIVA (s) | | | | | | | | |
|-------------------|------------|--------------------|---|---|---|------------------|------------------------|----------------|--------------------|---|---|--------------------------|---|-----------------------|--------------|--------------------|---|---|---|---|
| Clases de erosión | | Grupos de CUM | | | | | Clases de microrelieve | | Grupos de CUM | | | | | Clases de profundidad | | Grupos de CUM | | | | |
| Símb. | Nombre | A | C | P | F | X | Símb. | Nombre | A | C | P | F | X | Profundidad (cm) | Nombre | A | C | P | F | X |
| | | Calidad agrológica | | | | | | | Calidad agrológica | | | | | | | Calidad agrológica | | | | |
| 0 | Muy ligera | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | Plano | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | + 150 | Muy profundo | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | Ligera | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | Ondulado suave | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 100 - 150 | Profundo | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|---|---|---|---|---|----------|-------------------------------------|---|---|---|---|---|-----------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| 2 | Moderada | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 3 | Ondulado | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 50 - 100 | Moderada mente profundo | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | Severa | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 4 | Microaccidentado o microquebrado | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 25 - 50 | Superficial | 3 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| 4 | Extremada | 0 | 0 | 0 | 0 | X | | | | | | | | <25 | Muy superficial | 0 | 0 | 3 | 0 | X |

Fuente: (Reglamento de Clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Decreto Supremo N° 017-2009-AG., 2009)

Anexo 39. Anexo III B del DS N° 017-2009-AG., 2009 – Pendiente larga, Pendiente corta y Pedregosidad

| PENDIENTE LARGA (e) | | | | | | PENDIENTE CORTA (e) | | | | | | PEDREGOSIDAD (s) | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|---------------|---|---|---|-------------------------------|--------------------|---------------|---|---|---|---|--------------------|---|---|---|---|
| Clases de pendiente (%) | Grupos de CUM | | | | | Clases de pendiente (%) | Grupos de CUM | | | | | Clases de pedregosidad (superficie) | Grupos de CUM | | | | |
| | A | C | P | F | X | | A | C | P | F | X | | A | C | P | F | X |
| | Calidad agrológica | | | | | | Calidad agrológica | | | | | | Calidad agrológica | | | | |
| 0 - 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 - 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 2 - 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 - 8 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 4 - 8 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 8 - 15 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| 8 - 15 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 15 - 25 | 3 (secano) | 3 | 2 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 |
| 15 - 25 | 3 (secano) | 3 | 2 | 1 | 0 | 25 - 50 | 0 | 3 (secano) | 3 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 - 50 | 0 | 3 (secano) | 3 | 2 | 0 | 50 - 75 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | | | | | | |
| 50 - 75 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | | | | | | |
| 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | | | | | | | | | | | | |

Fuente: (Reglamento de Clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Decreto Supremo N° 017-2009-AG., 2009)

Anexo 40. Anexo III B del DS N° 017-2009-AG., 2009 – Gravosidad o guijarrosidad, Textura y Fertilidad natural

| GRAVOSIDAD O GUIJARROSIDAD (s) | | | | | | TEXTURA (s) | | | | | | FERTILIDAD NATURAL (s) | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|---|---|---|---|------------------------|-----------------|--------------------|---|---|---|------------------------|----------------------|--------------------|---|---|---|---|
| Clases de gravosidad o guijarrosidad | Grupos de CUM | | | | | Clases de microrelieve | | Grupos de CUM | | | | | Clases de fertilidad | Grupos de CUM | | | | |
| | A | C | P | F | X | Símb. | Nombre | A | C | P | F | X | | A | C | P | F | X |
| | Calidad agrológica | | | | | | | Calidad agrológica | | | | | | Calidad agrológica | | | | |
| 0 | 1 - 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | G | Gruesa | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | Alta | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | MG | Moderad. gruesa | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | Media | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 3 | 3 | 1 | 0 | M | Media | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | Baja | 3 | 3 | 3 | 2 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | MF | Moderad. Fina | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | | | | | | |
| | | | | | | F | Fina | 3 | 3 | 3 | 1 | 0 | | | | | | |

Fuente: (Reglamento de Clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Decreto Supremo N° 017-2009-AG., 2009)