

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la
microcuenca del río Laupayhuaycco - Santillana - Huanta,
Ayacucho - 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:

Bach. Paul Eliades Rivas Ozejo

ASESOR

M.Sc. Federico Quicaño Suárez

Ayacucho - Perú

2024

A mis padres:

En la vida todos tenemos sueños y metas, pero para cumplirlos tenemos un ejemplo y un motivo, mis padres son ambos, la decisión y la perseverancia para lograr las cosas lo aprendí día a día, "lucha incansablemente por tus sueños", me decían. Este trabajo va dedicado a Eliades Rivas Pérez y Efraina Ozejo de Rivas, por su lucha incansable de hacerme una mejor persona, los Amo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi alma mater, por permitirme en sus aulas soñar con un futuro.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, la cual permitió desarrollar mi vocación; a los docentes, quienes con paciencia y dedicación me brindaron sus conocimientos y experiencias.

A mi asesor el Ing. Federico Quicaño Suarez que, gracias a sus consejos y enseñanzas, se pudo elaborar el presente trabajo de Tesis.

A mis jurados el Ing. Efraín Chuchón Prado y la Ph.D. Sandra del Águila Ríos, por su objetividad, sus comentarios, críticas y contribuciones durante el desarrollo de esta tesis.

A la Municipalidad Distrital de Santillana, por la colaboración y respaldo brindados durante la ejecución de la presente Tesis.

A la comunidad campesina de Laupay, quienes fueron pieza clave para la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

	pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice general	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Índice de anexos	ix
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
CAPÍTULO I	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1 Antecedentes	4
1.1.1 Antecedentes en América	4
1.1.2 Antecedentes en el Perú	5
1.2 Cuenca hidrográfica	5
1.2.1 Elementos de una cuenca hidrográfica	6
1.2.2 El agua	7
1.3 Manejo de cuenca	7
1.4 Ciclo hidrológico	7
1.4.1 Precipitación	7
1.4.2 Escurrimiento	8
1.4.3 Infiltración	9
1.4.4 Evaporación	9
1.5 Zonas de recarga hídrica	9
1.5.1 Factores que afectan la recarga hídrica	10
1.5.2 Clasificación de las zonas de recarga hídrica	11
1.6 Gestión integrada de los recursos hídricos	12

1.6.1	Principios.....	12
1.7	Proceso analítico jerárquico	12
1.7.1	Matriz de comparación pareada	13
1.7.2	Consistencia de la matriz de comparación pareada.....	13
1.8	Índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI)	13
1.9	Herramientas SIG en la identificación de zonas de recarga hídrica.....	14
1.9.1	Datos vectoriales	14
1.9.2	Modelo de datos ráster	14
1.9.3	Satélite ALOS PALSAR	14
1.9.4	Producto CBERS 4 A.....	14
1.10	Álgebra de mapas.....	14
CAPÍTULO II.....		15
METODOLOGÍA.....		15
2.1	Ubicación	15
2.1.1	Ubicación política	15
2.1.2	Ubicación geográfica.....	15
2.1.3	Ubicación administrativa.....	15
2.1.4	Ubicación hidrográfica.....	17
2.1.5	Zonas de vida	17
2.1.6	Vías de Acceso	19
2.2	Materiales y equipos	19
2.2.1	Información cartográfica	19
2.2.2	Materiales y equipos	20
2.2.3	Software	20
2.3	Planeamiento del trabajo	20
2.3.1	Obtención de información.....	21
2.3.2	Parámetros físicos que intervienen en el proceso de recarga hídrica.....	25
2.3.3	Estimar los factores de ponderación, que permita definir e identificar las zonas de recarga hídrica	35

2.3.4 Modelamiento final y obtención de un mapa para la identificación de zonas de recarga hídrica.	38
CAPITULO III	40
RESULTADOS Y DISCUSIONES	40
3.1 Parámetros físicos que intervienen en el proceso de recarga hídrica	40
3.1.1 Pendiente	40
3.1.2 Tipo de suelo	42
3.1.3 Tipo de roca.....	44
3.1.4 Cobertura vegetal	48
3.1.5 Uso de suelo	49
3.2 Estimar los factores de ponderación, que permita definir e identificar las zonas de recarga hídrica	51
3.3 Modelamiento final y obtención de un mapa para la identificación de zonas de recarga hídrica.	53
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	58
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	59
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla 1-1 Porcentajes máximos de la ratio de consistencia.	13
Tabla 2-1 Ubicación hidrográfica del área de estudio.	17
Tabla 2-2 Vías de acceso al área de estudio	19
Tabla 2-3 Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según la pendiente y micro relieve.	26
Tabla 2-4 Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según la textura del suelo.	28
Tabla 2-5 Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según el tipo de roca.....	30
Tabla 2-6 Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según el porcentaje de cobertura vegetal.....	33
Tabla 2-7 Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según el uso del suelo.....	34
Tabla 2-8 Escala fundamental de comparación por pares (Saaty, 1980).....	36
Tabla 2-9 Matriz de comparación.....	37
Tabla 2-10 Valores obtenidos mediante el método analítico jerárquico.	37
Tabla 3-1 Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, en función a la pendiente.	41
Tabla 3-2 Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según la textura del suelo	42
Tabla 3-3 Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, según la textura del suelo.	44
Tabla 3-4 Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, según el tipo de roca.	46
Tabla 3-5 Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, en función a la cobertura vegetal.....	48
Tabla 3-6 Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, en función al uso de suelo.....	50
Tabla 3-7 Potencial de recarga hídrica según el modelo propuesto.	51
Tabla 3-8 Potencial de recarga hídrica según variable, para el punto de muestra P1.....	51
Tabla 3-9 Evaluación de las variables y su posibilidad de recarga por punto de muestreo.	52
Tabla 3-10 Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco.	54

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 2-1 Ubicación política de la zona de estudio.	16
Figura 2-2 Obtención del modelo digital del terreno para el área de estudio.....	21
Figura 2-3 Obtención de imagen satelital multiespectral para el área de estudio.	22
Figura 2-4 Ubicación de los puntos de muestreo en la microcuenca del río Laupayhuaycco	23
Figura 2-5 Geolocalización de los puntos de muestreo, con GPS navegador.	24
Figura 2-6 Obtención de muestra de suelo en los puntos de muestreo.	24
Figura 2-7 Muestras para análisis en laboratorio.	25
Figura 2-8 Relieve de la zona de estudio, cóncavos – escarpados.	26
Figura 2-9 Flujograma metodológico para la elaboración del mapa de pendiente y microrrelieve.....	27
Figura 2-10 Mapa geológico de la microcuenca del río Laupayhuaycco.....	29
Figura 2-11 Flujograma metodológico para la elaboración de los mapas de cobertura vegetal y uso de suelos.....	32
Figura 2-12 Cobertura vegetal, de entre el 50 – 70 %.....	33
Figura 2-13 terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.....	34
Figura 2-14 Parámetros que determina la recarga hídrica.....	35
Figura 2-16 Weighted Overlay – ArcToolbox	38
Figura 2-17 Ventana de herramienta Weighted Overlay.....	39
Figura 2-18 Flujograma metodológico para la elaboración del mapa de zonas de recarga hídrica.	39
Figura 3-1 Potencial de recarga hídrica según la pendiente.	41
Figura 3-2 Potencial de recarga hídrica según la textura de suelo.	43
Figura 3-3 Grupo Tarma, se observa limoarcillas con rocos porosas y permeables.	44
Figura 3-4 Grupo Mitu, se observa limoarcillas de color rojo.	45
Figura 3-5 Deposito glaciar, fluvial.	45
Figura 3-6 Grupo Copacabana – en la parte alta de la cuenca del río Laupayhuaycco.....	46
Figura 3-7 Potencial de recarga hídrica según el tipo de suelo.	47
Figura 3-8 Potencial de recarga hídrica según la cobertura vegetal.	49
Figura 3-9 Potencial de recarga hídrica según el uso de suelo.....	50
Figura 3-10 Zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco.	53

ÍNDICE DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1 Panel fotográfico.....	63
Anexo 2 Fichas técnica de campo y análisis físico del suelo	68
Anexo 3 Resumen de evaluación por cada punto de muestreo	98
Anexo 4 Determinación de la ecuación para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica	109
Anexo 5 Evaluación de cada variable y posibilidad de recarga hídrica por punto de muestreo	113
Anexo 6 Mapas de identificación potencial de recarga hídrica.....	116

RESUMEN

El propósito principal para el desarrollo del presente trabajo de tesis fue, identificar las zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco, para ello se utilizó un modelo metodológico el cual permita la determinación del potencial de recarga hídrica, de manera cualitativa, teniendo en cuenta: la pendiente, el tipo de suelo, tipo de roca, la cobertura vegetal y el uso del suelo, cuyos parámetros fueron analizados de manera individual, con la finalidad de describir , en como éstas, intervienen en el proceso de recarga hídrica en la microcuenca. El uso de la información geográfica, las imágenes satelitales, y el recorrido en campo, permitió el análisis cualitativo del potencial de recarga hídrica a lo largo de la microcuenca y plasmarlo a través de un mapa, el cual fue posible gracias al álgebra de mapas utilizando el software ArcGis 10.8. se elaboró el mapa denominado “Zonas de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco”, el cual, en función al potencial de recarga hídrica, se clasifican en cinco categorías, las cuales son: muy bajo (0.01 Km^2), bajo (2.52 Km^2), moderada (7.80 Km^2), alto (1.62 Km^2), muy alto (0.09 Km^2), el análisis de estas categorías evidenció, que la microcuenca tiene como característica un potencial moderado, de recarga hídrica. De acuerdo estas características identificadas, concluimos que en zonas de potencial muy bajo y bajo se debe administrar de manera efectiva estas áreas, y minimizar el impacto que genera las actividades antrópicas, en zonas con potencial moderado se debe implementar prácticas que permitan la mejora y desarrollo de estas áreas, así mismo en zonas con potencial alto y muy alto, se deben implementar medidas de conservación y protección adecuadas.

INTRODUCCION

Uno de los recursos más preciados del planeta, es el agua, el cual es crucial en el desarrollo de la vida y la salud humana y sus actividades; pero su agotamiento también es una amenaza para el progreso económico y social.

El distrito de Santillana viene siendo, en la actualidad, un lugar en el cual la agricultura, principalmente en la producción de frutales como la palta, están iniciando una creciente explotación de los recursos hídricos, por ello la importancia de planificar el uso adecuado y eficiente de estos en la parte alta de la cuenca.

“El enfoque de la gestión integrada de recursos hídricos ayuda a administrar y desarrollar los recursos en forma sostenible y equilibrada”. (Global Water Partnership, 2009, p.10), para ello debemos tener en cuenta los factores que coexisten en ella, y a los actores que hacen el uso del recurso.

El proceso mediante el cual, el agua proveniente de las precipitaciones se incorpora a los acuíferos, por medio de la infiltración, se denomina recarga hídrica. Así mismo a los lugares donde ocurre este fenómeno natural, se le llama Zona de Recarga Hídrica.

Por ende, la importancia de su identificación en el manejo de cuencas, propone la planificación, enfocada a la administración del agua y al ordenamiento territorial.

Objetivo general

Identificar las zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco, del distrito de Santillana.

Objetivos específicos

1. Describir los parámetros físicos que intervienen en el proceso de recarga hídrica usando la metodología propuesta por Matus et al. (2009).

2. Estimar los factores de ponderación, que permita definir e identificar las zonas de recarga hídrica a partir de la metodología propuesta por Matus et al. (2009).
3. Generar un mapa que represente las zonas potenciales de recarga hídrica, mediante la integración de los parámetros a partir de la metodología estimada.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

1.1.1 Antecedentes en América

Bueso (2010) en su investigación realizada en Guatemala, para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, titulada “Identificación y caracterización de las zonas con mayor potencial de recarga hídrica en las subcuencas de los ríos Tacó y Shusho, municipio de Chiquimula”, el cual tuvo como objetivo determinar las zonas potenciales de recarga hídrica en las subcuencas de los ríos Tacó y Shusho. Para ello empleó el modelo metodológico que comprende en la estimación cualitativa del potencial de recarga, y fue procesado con el software ArGis 9.3. Teniendo como resultado de su investigación un mapa denominado “Zonas potenciales de recarga hídrica en las subcuencas de los ríos Tacó, Shusho y Sasmó” el cual clasifica el área de estudio según su potencial de recarga en cinco categorías: muy bajo de 1.07%, bajo 14.68%, moderado 64.8%, alto 18.3%, muy alto del 1.15%, del total del área de la cuenca.

Donis (2015) en su trabajo de investigación realizada en Guatemala para la licenciatura en la carrera de ingeniería ambiental, de la universidad Rafael Landívar; el cual tenía por título Identificación de zonas de recarga hídrica en la microcuenca del río Negro, Ciudad de Guatemala; cuyo objetivo principal fue aportar en la planificación e investigación de la Municipalidad de Guatemala en el manejo de los recursos hídricos, para tal fin se utilizó una metodología basada en la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica, el cual fue diseñado por el Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza, quién evaluó los factores biofísicos de la cuenca de los cuales obtuvo valores ponderados y haciendo uso del software ArcGis 10.0 hizo la representación gráfica de estas. También concluyo que la microcuenca tiene cuatro potenciales de recarga hídrica, los cuales se distribuyen de la siguiente

manera: muy bajo que representa el 56.38 %, bajo 20.25%, moderado 19.57% y alto ocupa un 3.63% del área total de la microcuenca.

Chamorro (2016) en Ecuador, realizó el trabajo de investigación para la obtención del grado de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, de la Universidad Técnica del Norte, el cual se titula “Identificación y caracterización de las zonas de recarga hídrica mediante herramientas SIG de los acuíferos la Carbonería, Guaraczapas, Yuyucocha y Santa Clara para la protección de las fuentes de aprovisionamiento de agua en la zona urbana de Ibarra”, que tuvo como objetivo la caracterización de las zonas de recarga hídrica de los acuíferos mediante herramientas del Sistema de Información Geográfica. Para tal fin aplicó la metodología propuesta por Matus et al. (2009), en función a las variables pendiente, geología, tipo de suelo, cobertura vegetal, y la velocidad de infiltración del suelo. Los resultados que se obtuvieron mostraron la existencia de cinco categorías, y que la categoría con mayor superficie en la cuenca fue la Moderada, con un total de 19650.24 hectáreas, y que las zonas con menor superficie corresponde al potencial de recarga muy alta, con un total de 330.3 ha.

1.1.2 Antecedentes en el Perú

Arela (2014) elaboró la tesis, para la obtención del título de ingeniero Agrícola en la Universidad Nacional del Altiplano, el cual lleva por nombre: “Manejo y protección de zonas de recarga hídrica y fuentes de agua para consumo humano en la microcuenca del río Huayllani, Lampa” cuyo objetivo principal fue analizar el estado de las zonas de recarga hídrica y las fuentes de agua para uso humano, para tal fin la metodología empleada fue el análisis de la situación del manejo y gestión de las zonas de recarga hídrica en la microcuenca del río Huayllani, teniendo en cuenta principalmente las fuentes de agua que son utilizadas con fines poblacionales y agrícolas. Como resultado de la investigación se ha podido evidenciar una carente intervención en el manejo y gestión de la cuenca y por ello no existen planes ni mecanismos de protección de las zonas de recarga hídrica, también se determinó que el 39% del total del área de la microcuenca es potencialmente apto para la recarga hídrica, y el 61% está conformado por rocas q no contribuyen con la recarga.

1.2 Cuenca hidrográfica

Villón (2002) define a la cuenca hidrográfica como “el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación, convergen para formar un solo curso de agua” (p. 21). Por otro lado, De Moya (1992) dijo que “la cuenca hidrográfica es un sistema ambiental ordenado, con

complejas relaciones internas y externas, cuyos componentes (naturales, socioeconómicos y culturales) están definidos por estructuras y procesos que conforman un sistema de sustentación adaptado” (p. 3).

Otros autores como Vásquez et al. (2016), manifestaron que:

La cuenca es todo un sistema complejo, abierto en el que ocurre el ciclo hidrológico y sus elementos naturales, sociales, ambientales, económicos, políticos e institucionales varían en el tiempo y están estrechamente relacionadas. Sin embargo, la interacción de los diversos componentes crea un efecto mayor que la suma de sus partes (p. 13).

1.2.1 Elementos de una cuenca hidrográfica

1.2.1.1 Recursos naturales

Vásquez et al. (2016) indican que “Es considerado como recursos naturales a cualquier parte natural, que puede ser utilizado por los humanos con el fin de sus necesidades, el cual tiene un valor monetario actual o en el futuro”

1.2.1.2 Elementos antropogénicos

Son los elementos que existen en la cuenca, los cuales son introducidos o creados por el hombre. Podríamos considerar en esta las infraestructuras hidráulicas, infraestructura vial, cultivos, plantaciones forestales, restos arqueológicos, etc.

1.2.1.3 Elementos institucionales

Vásquez et al. (2016) “Son elementos producidos por las actividades humanas, dentro de ellos podemos resaltar: La estructura y coordinación institucional, los marcos legislativos y las normas relacionadas con el manejo o tratamiento de las cuencas” (p. 16).

1.2.1.4 Aspectos gubernamentales

Vásquez et al. (2016) mencionaron que:

Un factor importante que a menudo se pasa por alto, pero que tiene un impacto significativo en la administración y organización de los recursos naturales que ocupan el espacio físico de una cuenca hidrográfica, es un buen gobierno con decisión política, quien garantiza, implementa y supervisar aplicaciones que aseguren un adecuado manejo y gestión de cuencas. (p. 16).

1.2.2 El agua

Ley N° 29338 (2009) La Ley de Recursos Hídricos establece que el agua es: “el recurso natural y renovable más importante e indispensable para la vida; estratégico en el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan y la para la seguridad de la Nación” (p. 12).

Por otro lado, Vásquez et al. (2016), definen también el agua como:

Un recurso vital que engloba a los demás elementos de la cuenca y el cual hace posible, las actividades productivas, económicas, el desarrollo de la vida y la sostenibilidad medioambiental. Por ello, cuando este recurso natural se gestiona y utiliza de manera correcta, se obtienen enormes beneficios para los habitantes que coexisten con ella y el propio desarrollo de la cuenca (p. 17).

1.3 Manejo de cuenca

Umaña (2002) indicó que el manejo de cuencas “se refiere a la gestión de las personas a nivel de cuencas hidrográficas, con el fin de maximizar la producción sostenible y satisfacer sus necesidades de forma equitativa” (p. 7).

También Vásquez et al. (2016) manifestaron que la gestión de las cuencas hidrográficas:

Es la gestión global de las cuencas hidrográficas mediante la aplicación de políticas bien definidas y normativas adecuadas, así como la planificación de actividades técnicas que permitan el uso sostenible y garanticen la preservación de los recursos naturales que existen en una cuenca, con el objetivo de proteger el medio ambiente y elevar el nivel de vida de la población. (p. 109)

1.4 Ciclo hidrológico

Ordoñez (2011) indica que el ciclo hidrológico “son las fases físicas por las que atraviesa el agua pasa desde la superficie de la tierra hacia la atmosfera y viceversa, este proceso comprende desde la evaporación del suelo y las masas de agua, la condensación de nubes, precipitación, acumulación de masas de agua y la reevaporacion” (p. 10).

1.4.1 Precipitación

Ordoñez (2011) define a la precipitación como “toda agua meteórica que cae sobre la superficie terrestre, tanto en forma líquida y sólida y las precipitaciones ocultas. Las cuales son provocadas por un cambio de la temperatura o de la presión” (p. 11).

Por otro lado Villón (2002) indica que “La precipitación es la principal fuente de agua de la superficie terrestre, por ello las mediciones y análisis, sirven el punto de partida para los estudios concernientes a la gestión del agua” (p. 69).

1.4.2 Escurrimiento

Villón (2002) define al escurrimiento como “las aguas derivadas por la precipitación, los cuales circulan por encima o debajo de la superficie, y que estas fluyen hasta una corriente, y son drenadas a la salida de la cuenca” (p. 135).

Matus et al. (2009) mencionan que la esorrentía es “cualquier tipo de precipitación, la filtración y el deshielo, que excedan la saturación del suelo. Cuando este nivel de agua supera la capacidad de almacenamiento, el agua restante discurre en sentido de la pendiente” (p. 6)

Aparicio (1992) indicó que:

Una vez que se ha captado y evaporado parte de la precipitación, el agua restante sigue una serie de caminos que conducen hasta llegar a la salida de la cuenca. Conviene dividir estos caminos en tres clases: “superficial”, “subsuperficial” y “subterráneo” (p. 27).

1.4.2.1 Escurrimiento superficial

Villón (2002) define a la esorrentía superficial como “la precipitación que cae sobre la superficie del suelo, pero no es absorbida por ella. Este proceso se da de manera inmediata sobre el escurrimiento total, el cual se dará durante una tormenta o inmediatamente el fenómeno concluya” (p. 136).

1.4.2.2 Escurrimiento subsuperficial

Villón (2002) hace mención que el escurrimiento subsuperficial es generada, por una parte, de la precipitación que se infiltra. Cuyo efecto sobre el escurrimiento total, puede ser inmediato o retardado. Si se da de manera inmediata, recibe la misma tratativa del escurrimiento superficial, de caso contrario, como escurrimiento subterráneo (p. 136).

1.4.2.3 Escurrimiento subterráneo

Villón (2002) define al escurrimiento subterráneo como “el que proviene de las aguas subterráneas, la cual es recargada por la parte de la precipitación que se infiltra, una vez el suelo se ha saturado” (p. 136).

1.4.3 Infiltración

Aparicio (1992) define a la infiltración como “el movimiento a través de la superficie del suelo y hacia el interior del mismo, del agua, causado por la gravedad y las fuerzas capilares” (p. 177)

Matus et al. (2009) definen también a la infiltración como:

El movimiento por efecto de la gravedad del agua desde la superficie hacia el interior del suelo. El agua es acumulada en los poros del suelo, desde el cual las plantas pueden utilizarlas, o desplazarse a capas más profundas del suelo, donde alimenta a los acuíferos. La cantidad de agua que el suelo puede absorber por unidad de tiempo se conoce como la capacidad de infiltración, este valor varía en función, a la composición y la compactación del suelo y a la humedad de la misma (p. 6).

1.4.4 Evaporación

Ordoñez (2011) define a la evaporación como “el proceso mediante el cual el agua líquida se transforma en estado gaseoso. Debemos tener en cuenta que solo ocurrirá este proceso, cuando existe la disponibilidad de agua y se requiere que la humedad atmosférica sea menor que la superficie de evaporación” (p. 12).

Villón (2002) indica que “la evaporación es un fenómeno meramente físico, el cual se da en todo momento y en toda superficie húmeda, de la superficie” (p. 305).

1.5 Zonas de recarga hídrica

El área o zona donde ocurre la recarga se denomina zona de recarga; Carrica y Lexow (2004) define a la recarga como “el proceso por el cual se añade agua a un acuífero procedente de diversas fuentes, los cuales pueden ser la precipitación, las aguas superficiales y por transferencias de otro acuífero” (p. 281)

Para Matus et al. (2009) “La mayor parte de la recarga de los acuíferos se produce cuando la lluvia cae en suelos con altos niveles de capacidad de infiltración o zonas donde existen rocas superficialmente permeables, estas zonas de recarga hídrica, no necesariamente están situadas cerca a los lugares donde el agua es utilizada” (p. 6).

Chamorro (2016) indica que:

La degradación de las zonas de recarga y la disminución del caudal pueden atribuirse, en parte, a la falta de conocimiento de la ubicación de las zonas de recarga y también, a que los actores locales no le dan la prioridad a la protección y preservación de estas zonas, a la hora

de la toma de decisiones sobre la gestión de este recurso, por ello las instituciones deberían disponer metodologías que faciliten la caracterización de estas zonas.

1.5.1 Factores que afectan la recarga hídrica

Para INAB (2003), citado por Matus et al. (2009):

La recarga hídrica está determinada por una serie de factores como: la intensidad y el tiempo de duración de las precipitaciones, la permeabilidad del suelo, el porcentaje de humedad del suelo, la escorrentía superficial, la pendiente de la cuenca, etc. Podemos considerar a la pendiente como un factor importante que influye en la recarga hídrica, puesto que en terrenos con pendientes poco pronunciadas se retiene el agua por mayor tiempo, y en caso contrario zonas más inclinadas favorecen a la escorrentía superficial (p. 7).

Para Matus et al. (2009) Algunos factores que influyen en la recarga hídrica son:

El clima: dentro de este, la intensidad y tiempo de duración de las precipitaciones y la evapotranspiración son algunos de los factores de mayor importancia en la recarga hídrica, ya que representan la mayor parte de agua que se pierde a través de la evaporación del agua y la transpiración de las plantas.

El suelo: Las características físicas del suelo como la densidad, porcentaje de humedad, la textura y la velocidad de infiltración del suelo influyen el proceso de recarga, puesto que los suelos menos compactos por ende permeables ayudan a la recarga hídrica, por otro lado, los suelos más compactos e impermeables impiden la infiltración de agua.

La topografía: Es el factor que establece la cantidad de tiempo que el agua estará en contacto con la superficie del suelo; las pendientes pronunciadas disminuyen el tiempo de contacto del agua, por ellos hacen que la escorrentía superficial sea mayor y disminuye la infiltración del agua.

Los estratos geológicos: La cantidad de agua de recarga puede verse afectada por la disposición de los minerales, rocas y los sedimentos que se encuentran en los diferentes estratos del suelo que conducen a la zona saturada (aguas subterráneas).

La cobertura vegetal: es el factor que reduce la escorrentía superficial, puesto que permite un mayor tiempo de contacto del agua con la superficie lo que permite mayor cantidad de agua infiltrada; además, un porcentaje importante de la precipitación es absorbida por la cobertura vegetal. La capacidad de retención de la copa de los árboles, la

profundidad y densidad de las raíces son características que también se deben tener en cuenta.

El escurrimiento: Las aguas provenientes de la precipitación son responsables para la formación de los flujos, ya sean superficiales, subsuperficiales y subterráneos, los cuales son captados por los cauces de los ríos.

1.5.2 Clasificación de las zonas de recarga hídrica

En función a los factores que influyen en la recarga hídrica, (Faustino,2006, citado por Matus et al.,2009, p.8), Clasifican a las zonas de recarga hídrica en:

Zonas de recarga hídrica superficial: Comprenden por lo general a toda la cuenca hidrográfica, excepto a las zonas que son demasiado impermeables. En función a las condiciones de drenaje (saturación del suelo y relieve de la zona), estas zonas de recarga hídrica superficial aumentan su porcentaje de humedad y se origina la escorrentía superficial, esto sucede por lo general después de las lluvias. La medición de la cantidad de agua se lleva a cabo en el cauce del río principal y se le denomina “descarga o caudal de escorrentía superficial”

Zonas de recarga hídrica subsuperficial: Se les denomina así a las zonas de la cuenca donde el suelo es capaz de retener o almacenar agua superficialmente sobre una capa impermeable, el cual hace posible que el flujo horizontal subsuperficial, se reúnan aguas abajo en un sistema de drenaje, podemos decir también que es la generación de caudales, que se produce aun cuando hayan finalizado las lluvias, el cual depende de la cantidad de precipitación y del efecto “esponja” del suelo, el cual es la liberación lenta del agua. Podemos medir el caudal como en el caso anterior y pueden ocurrir posterior a las lluvias e incluso en épocas secas, con las aguas provenientes de bosques cercanos.

Zonas de recarga hídrica subterránea: Mayormente se da en zonas de la cuenca con micro relieves cóncavos, zonas planas, donde el que el flujo vertical de la infiltración es significativo esta es la que forma en la que los acuíferos se alimentan. Un aspecto importante es que estas zonas son la conexión entre acuíferos y la recarga externa que proviene de otras cuencas. La evaluación de esta se puede llevar a cabo considerando dos métodos: el método indirecto, el cual se realiza mediante un balance hidrogeológico, y el método, directo el cual podríamos realizarlo mediante bombeos, sondeos y prospección geofísica.

Zonas de recarga hídrica sub subterránea: corresponden a espacios de la cuenca en las que la presencia de fallas geológicas profundas es evidente, o en las que el balance hidrogeológico genera pérdidas por percolación profunda.

1.6 Gestión integrada de los recursos hídricos

Clausen (2004) indica que la Gestión Integrada de Recursos Hídricos es “un proceso por el cual se fomenta el desarrollo coordinado y gestión del agua, la tierra y los recursos relacionados, para incrementar el bienestar socio – económico de manera equitativa, sin poner en peligro la sostenibilidad de los ecosistemas vitales” (p. 14); también, REMURPE (2013) indica que “la GIRH se basa en la concertación. Es un proceso que requiere la participación de los principales actores del uso y conservación del agua en una sub cuenca determinada” (p. 15).

1.6.1 Principios

Los principios de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, definidos en la Conferencia Internacional sobre Agua y Ambiente realizada en Dublín en 1992, son:

- Principio N.º 1. El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
- Principio N.º 2. El aprovechamiento y la gestión del agua deben inspirarse en un enfoque basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las políticas a todos los niveles.
- Principio N.º 3. La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua.
- Principio N.º 4. El agua es un bien público y posee un valor económico y social en todos sus diversos usos que compiten entre sí.
- Principio N.º 5. La gestión integrada de los recursos hídricos se basa en el uso sostenible y la gestión eficaz y equitativa del agua.

1.7 Proceso analítico jerárquico

El Profesor Thomas L. Saaty propuso, el proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP), en el año de 1980, en respuesta a los problemas en torno a la toma de decisiones; Aznar y Guijarro (2012) indican que la estructura lógica de análisis del proceso analítico jerárquico, “es una de las técnicas más utilizadas para abordar un problema, el cual considera una serie de variables como un sistema compuesto que se interrelaciona entre sí” (p. 123).

El análisis multicriterio es un conjunto de procesos secuenciales los cuales tienen en cuenta diferentes criterios de evaluación para obtener información ya sea cualitativa y/o cuantitativa, los cuales se procesan a través de un mapa en formato raster.

Con el Proceso Analítico Jerárquico, podemos obtener un ordenamiento de las alternativas de acuerdo a pesos, que se obtiene al sintetizar los juicios emitidos a cada una de ellas, usando una escala de prioridades que está en función a la preferencia entre una alternativa y otra.

1.7.1 Matriz de comparación pareada

Aznar y Guijarro (2012) indican que la matriz pareada “es una matriz cuadrada que contiene comparaciones pareadas de alternativas o criterios” (p. 125).

Esta comparación por pares es la base del proceso de análisis jerárquico, porque el método utiliza una escala básica con valores entre 1 y 9 para medir la preferencia relativa de los ítems.

1.7.2 Consistencia de la matriz de comparación pareada

Aznar y Guijarro (2012) indican que “La verificación de la consistencia de la matriz de comparación pareada es muy sencilla y puede realizarse, dicho valor se obtiene dividiendo el índice de consistencia (CI) y la consistencia aleatoria” (p. 130).

$$RC = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots \text{Ec. 1.1.1}$$

Cuando no se superan los porcentajes que se muestran en la siguiente tabla, Se considera que existe consistencia

Tabla 1-1 Porcentajes máximos de la ratio de consistencia.

TAMAÑO DE LA MATRIZ (N)	RATIO DE CONSISTENCIA
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Fuente: Aznar y Guijarro (2012)

1.8 Índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI)

Martínez (2020) define al índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI) como “la evaluación de la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación, basada en mediciones de la intensidad de la radiación que la vegetación emite o refleja en bandas determinadas del espectro electromagnético” (p. 9).

1.9 Herramientas SIG en la identificación de zonas de recarga hídrica

Chamorro (2016) señala que “El sistema de información geográfica (SIG) es una tecnología que se utiliza para gestionar y analizar información espacial y temporal, estas herramientas de integración son muy útiles en muchas aplicaciones” (p. 7).

en este caso esta información es necesaria para gestionar y procesar datos vectoriales y espaciales con la finalidad de identificar las zonas de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco.

1.9.1 Datos vectoriales

Gutierrez (2020) menciona que “la representación de una determinada área, a partir de sus límites, diferentes características y sus formas específicas, los datos vectoriales están formados por: coordenadas y vértices específicamente” (p. 23).

La utilidad de estos datos vectoriales, es para el almacenamiento de límites como territorios, lagunas, ríos, áreas agrícolas entre otras, cada uno con sus características (ubicación, áreas, distancias, etc.).

1.9.2 Modelo de datos ráster

Gutierrez (2020) menciona que “la representación de una determinada área dividida en celdas, la se utiliza con el fin de almacenar información que están en constante cambio” (p. 23).

1.9.3 Satélite ALOS PALSAR

Alos Palsar es un Radar de Apertura Sintética (SAR), la cual es capaz de adquirir modelos digitales de terreno con diferentes resoluciones los cuales pueden variar de entre los 10 m hasta los 100m.

1.9.4 Producto CBERS 4 A

Son un conjunto de imágenes satelitales multiespectrales de una resolución alta con dimensiones de hasta 2 m de lado, el cual es administrado por la Agencia Espacial Brasileña (AEB)

1.10 Álgebra de mapas

Alcalá y López (2017) definen al álgebra de mapas “como el proceso, el cual específicamente está diseñado para la utilización de sistemas geográficos basados en celdas. Podemos decir también que es un lenguaje de computadora de alto nivel, el cual se utiliza para los modelamientos cartográficos”.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la microcuenca del río Laupayhuaycco, la cual tiene una extensión de 12.04 Km^2 , el cual se ubica:

2.1.1 Ubicación política

El área de estudio, políticamente se encuentra ubicado en:

Departamento	: Ayacucho.
Provincia	: Huanta
Distrito	: Santillana
C. Campesina	: Laupay

2.1.2 Ubicación geográfica

El área de estudio (centroide del polígono microcuenca del río Laupayhuaycco), geográficamente está ubicado en las coordenadas UTM WGS 84, zona 18 L – UTM:

Este	: 583226,39 m
Norte	: 8593310,82 m
Cota	: 3940 m s. n. m

2.1.3 Ubicación administrativa

El área de estudio, de acuerdo a la Autoridad Nacional del Agua, se ubica dentro de la Jurisdicción de:

- Autoridad Administrativa del Agua Mantaro.
- Administración Local del Agua Ayacucho.

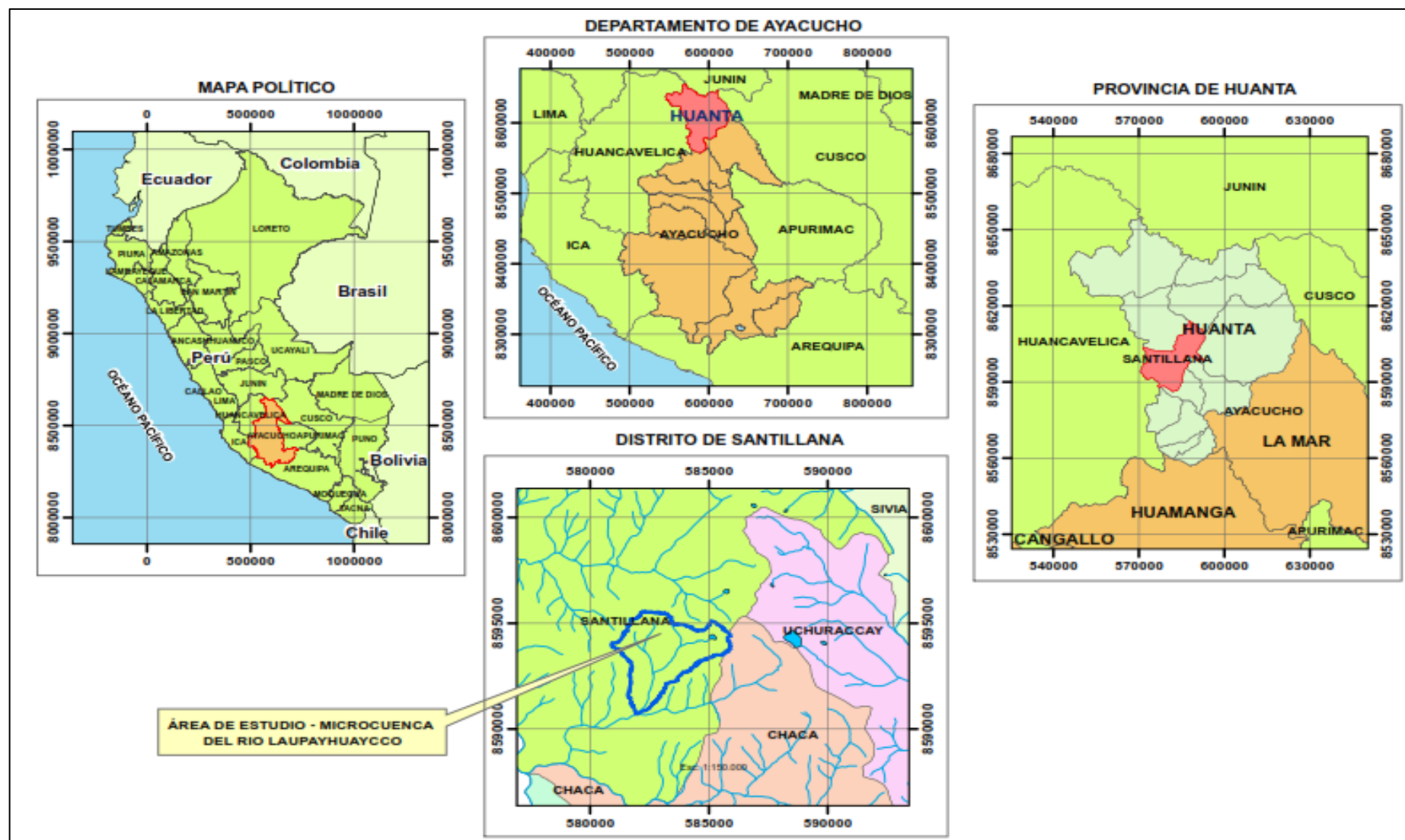


Figura 2-1 Ubicación política de la zona de estudio.

2.1.4 Ubicación hidrográfica

El área de estudio, de acuerdo a las Unidades Hidrográficas del Perú, está ubicada en:

Tabla 2-1 Ubicación hidrográfica del área de estudio.

Nivel	Nombre de la unidad hidrográfica	Código	Área (km ²)
Nivel 1	Región Hidrográfica Amazonas	4	6007483.30
Nivel 2	Cuenca Alto Amazonas	49	2240156.52
Nivel 3	Cuenca Ucayali	499	348423.44
Nivel 4	Cuenca del Río Mantaro	4996	34363.18
Nivel 5	Cuenca del Río Huarpa	49962	6769

2.1.5 Zonas de vida

El área de estudio está situada entre los 3410 m s.n.m. hasta los 4500 m s.n.m., para la identificación de las zonas de vida que se encuentran dentro de dicha área, se utilizó el informe temático de Zonas de Vida (Gobierno Regional de Ayacucho, 2012).

2.1.5.1 bosque húmedo – MONTANO SUBTROPICAL (bm-MS)

La zona de vida (bh-MS), se encuentra localizada a partir de los 2.800 hasta los 3.800 m s.n.m.

- a) **Clima:** La cantidad de la precipitación anual oscila entre los 500 mm y 1000 mm y la evapotranspiración potencial promedio varía entre 0.5 y 1 veces el valor de precipitación, la temperatura media anual mínima es de 6 °C y la máxima es de 12 °C, según el diagrama Bioclimático de Holdridge.
- b) **Relieve y suelos:** Por lo general son zonas que tienen suelos que relativamente son franco – arcillosos, delgados, de reacción ácida, con coloración rojizos a pardos y que se asimilan al grupo edafogénico del Phaeozems. En las áreas muy empinadas, aparecen suelos delgados dando paso a los litosoles. Es predominantemente el relieve empinado, el cual conforma el borde o parte superior de las laderas que forman parte del contorno del valle, las cuales se hacen más suaves en el límite con zonas de Páramo que presentan pendientes moderadas por efecto de la acción glacial pasada.

c) **Vegetación:** la vegetación que se ha establecido en un sitio determinada y por si misma, prácticamente no existe y se reduce a pequeños bosques residuales homogéneos, como:

- Pastos Naturales: Pajonal, Ichu.
- Árboles y Arbustos: Queñua, Quishuar, Tola, Ccera, Chilca, Ccopayso, Tantarquichca, Cabraray, Callacaso.
- Hierbas Medicinales y Aromáticas: Muña, Huallhua, Achicoria, Wawillay.
- Cactus: Sanky, Uyo, Chullachaqui, Jacana, Ankuquichka, Ccelloquichka

2.1.5.2 Páramo muy húmedo – SUBALPINO SUBTROPICAL (pmh-SaS)

Son zonas que, por lo general, se encuentra localizada a partir de los 3.900 hasta los 4.500 m s.n.m.

- a) **Clima:** La cantidad de la precipitación anual oscila entre los 500 mm y 1000 mm y la evapotranspiración potencial promedio varía entre 0.25 y 0.50 veces valor de precipitación, la temperatura media anual mínima es de 3 °C y la máxima es de 6 °C, Según el diagrama Bioclimático de Holdridge
- b) **Relieve y Suelos:** está conformado por áreas muy extensas de micro relieve suaves a poco onduladas, pero también se encuentran laderas con pendientes moderados a fuertemente declinadas. También está conformado por suelos superficiales a muy superficiales, de textura media, ácidos, generalmente con influencia volcánica.
- c) **Vegetación:** Por lo general podemos encontrar pastizales naturales, y son zonas donde las actividades, pecuarias extensivas y los terrenos de rotación sectorial en donde se cultivan tubérculos, se desarrollan.

2.1.6 Vías de Acceso

El lugar donde se realizó el estudio fue en la microcuenca del río Laupayhuaycco, ubicado en la comunidad campesina de Laupay, en el distrito de Santillana, provincia de Huanta al cual se puede acceder:

Tabla 2-2 Vías de acceso al área de estudio

De	A	Km	Tipo de Vía	Medio de Transporte	Tiempo (min)	Frecuencia
Huamanga	Huanta	42	Carretera asfaltada	Vehicular	45	Diaria
Huanta	Luricocha	08	Carretera asfaltada	Vehicular	15	Diaria
Luricocha	Santillana	46	Carretera afirmada	Vehicular	50	Diaria
Santillana	Laupay	05	Carretera afirmada	Vehicular	20	Diaria

2.2 Materiales y equipos

2.2.1 Información cartográfica

Para la realización de la presente tesis, se ha llevado a cabo una recopilación de información cartográfica existente, concerniente a la microcuenca del río Laupayhuaycco y zonas aledañas, para citar algunos:

- Carta Nacional, a escala 1 : 100 000 obtenido del Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Producto: ALOS PALSAR - ASF, con una separación entre curvas de nivel, de 12.50 metros, y corregido radiométricamente al terreno.
- Imágenes satelitales multiespectrales, orto rectificados CBERS 4A, con una resolución alta calidad de 2m, de fecha 2021, procesadas a una escala necesaria, el cual se utilizó para la clasificación supervisada de suelos.
- Imágenes satelitales obtenidas del SASPlanet y Google Earth.
- Información requerida de la Zonificación Económica Ecológica (ZEE-MINAM), de la Región Ayacucho (escala 1:100 000), referente a la pendiente, geomorfología, geología, cobertura vegetal y uso de suelos.
- Mapa geológico de Huanta 26ñ1, 26ñ2, 26ñ3y 26ñ4 escala 1: 50 000.

También para la elaboración de los diferentes mapas se utilizaron las imágenes satelitales. Para su procesamiento

2.2.2 Materiales y equipos

- Tablero de campo
- Bolsa de muestra
- Pizarra acrílica
- Cuaderno de campo
- Fichas de campo
- Etiqueta para muestra
- Plumones
- Pico
- Barreta
- GPS-Garmin
- Cámara Fotográfica
- Computadora Portátil
- Impresora

2.2.3 Software

- ArcGis 10.8
- SASPlanet
- Google Earth
- Microsoft office (Excel, Word, Visio)

2.3 Planeamiento del trabajo

La finalidad de la presente tesis fue la identificación de las zonas potenciales de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, a partir de la elaboración de un modelo metodológico local y la descripción de los parámetros que intervienen en la recarga hídrica. Para tal fin se ha seguido en la ejecución de la presente, una serie de trabajos secuenciales, iniciando con el trabajo de campo, análisis de suelo en laboratorio y el tratamiento de la información obtenida en los trabajos previos, en gabinete.

2.3.1 Obtención de información

2.3.1.1 Base topográfica

El modelo digital del terreno (MDT) se obtuvo del producto Alos Palsar - ASF, con una resolución espacial de 12,50 m, radiométricamente corregido, el MDT fue obtenido a través del servidor URL, <https://search.asf.alaska.edu/#/>, captado el 27 de enero de 2011, con el código AP_26680_FBS_F6930_RT1. Se utilizó esta información para crear el mapa de pendientes y clasificar los valores en función a su posibilidad de recarga hídrica.

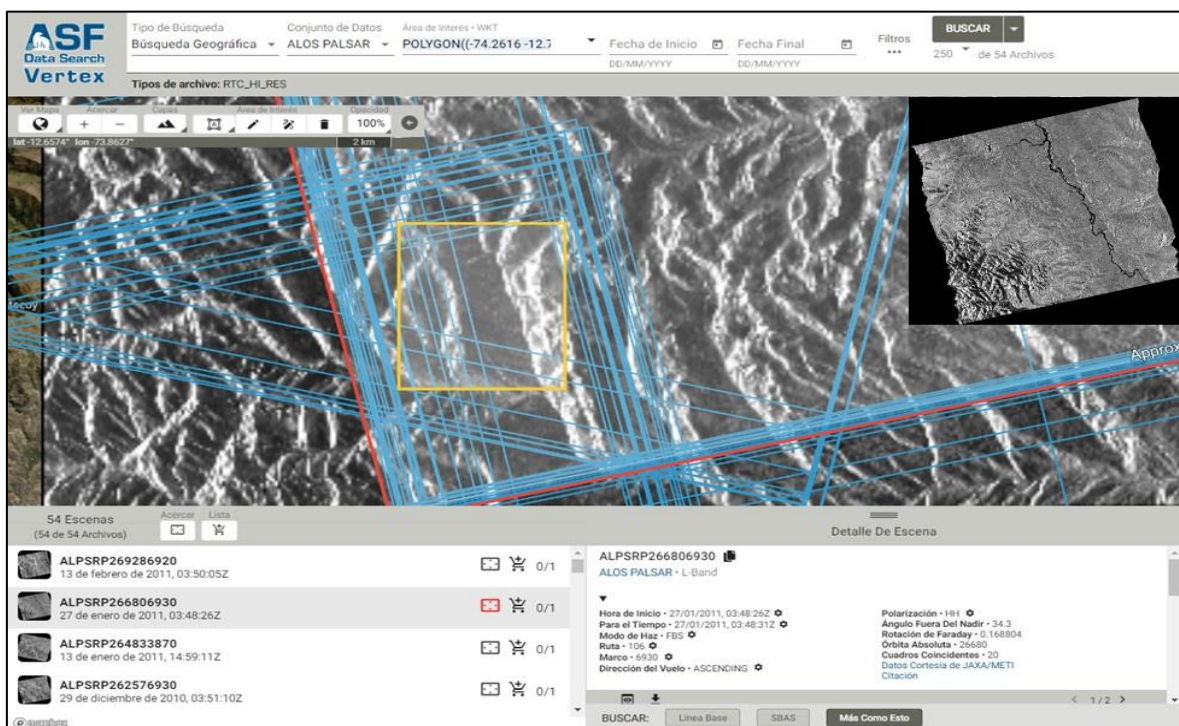


Figura 2-2 Obtención del modelo digital del terreno para el área de estudio.

Fuente: <https://search.asf.alaska.edu/#/>

2.3.1.2 Imágenes satelitales

Se utilizó, a imagen satelital multiespectral de alta resolución espacial de 2m x 2m, orto rectificada CBERS 4 A, el más reciente fue del 2021. Dicho material fue obtenido del servidor del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil (INPE), que se encuentra en el servidor del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil, y se puede acceder a él a través del siguiente URL: <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/explore>. El código del producto es

CBERS_4A_WPM_20200624_241_129, Este producto permitió la clasificación de la cobertura vegetal y el uso actual de los suelos.

Así mismo, se utilizaron también las imágenes de satélite de composición RGB del Google Earth, el cual fue necesario para verificar y corregir las clasificaciones creadas mediante el procesamiento de imágenes multiespectrales.

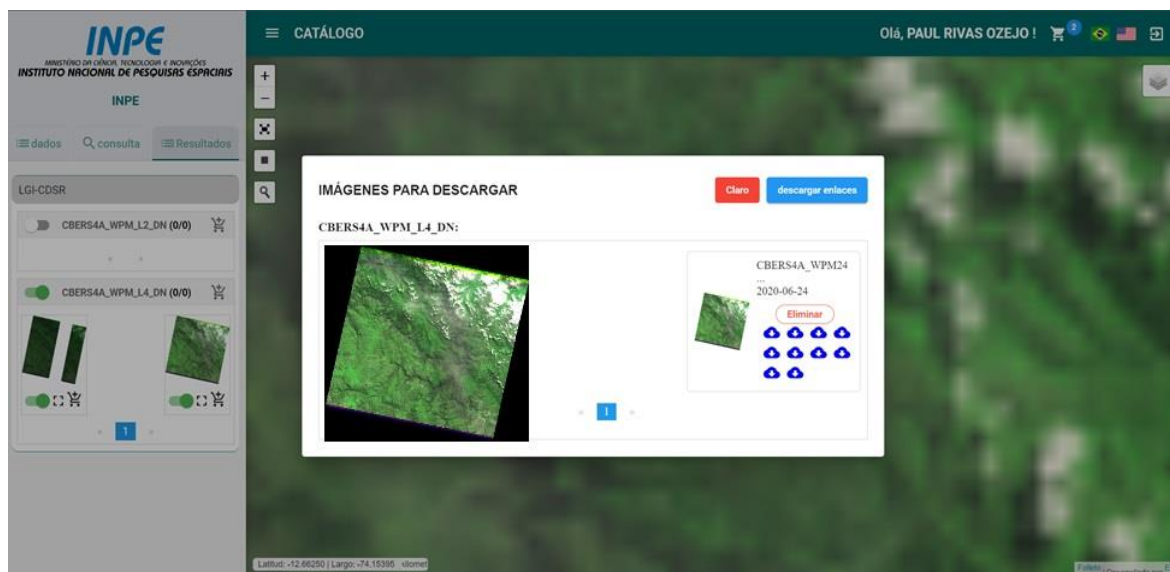


Figura 2-3 Obtención de imagen satelital multiespectral para el área de estudio.
Fuente: <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/explore>.

2.3.1.3 Información de campo

Fue importante el recorrido en campo para el recorrido visual de la zona de investigación, con el fin de validar los mapas desarrollados a partir de las imágenes satelitales y bases topográficas, también para la obtención de muestras de suelo y su posterior análisis en laboratorio, con el fin de obtener las características edáficas en este caso en específico la textura del suelo.

2.3.1.3.1 Determinación de puntos de muestreo

Cada muestra fue identificada y ubicada espacialmente haciendo uso del software ArcGis 10.8, para ello se identificaron puntos de manera aleatoria con la condición que cubran la mayor cantidad de área de la microcuenca del río Laupayhuaycco; para la obtención de muestras en campo.

Los puntos donde se realizó el muestreo fueron generados usando la herramienta “**Create Fishnet**”, del ArcGis 10.8, donde se generaron cuadrículas de 800 m de alto por 500 m de ancho, para así obtener una malla homogénea.

- La ubicación espacial en campo de cada punto de muestra se realizó utilizando un GPS, posterior a ello se realizó la apertura de una pequeña calicata para la extracción de muestras de suelo, Así mismo en la visita a campo estos puntos se utilizaron como referencia para realizar de forma visual la ponderación de los parámetros que intervienen en el proceso de recarga hídrica.

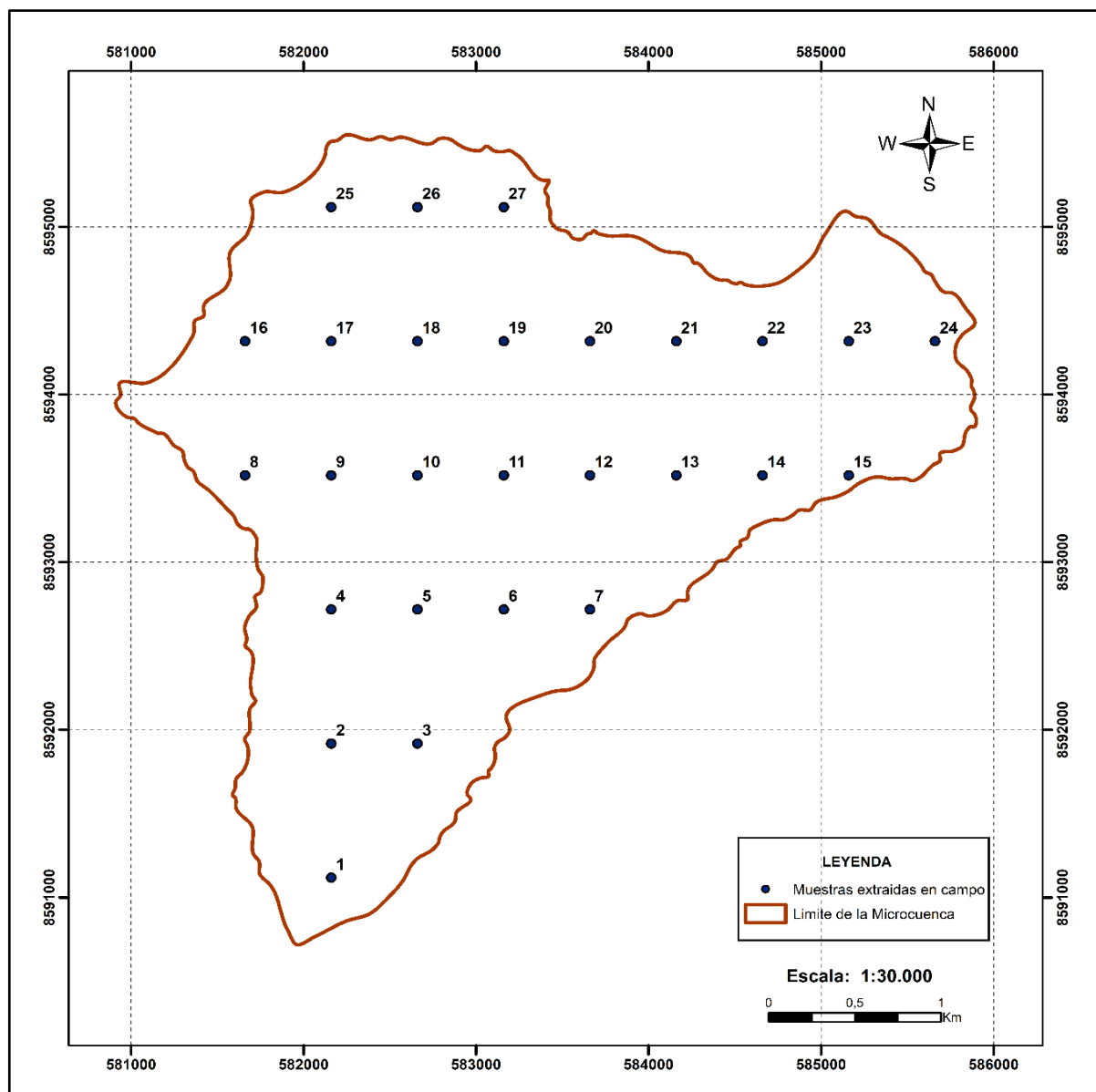


Figura 2-4 Ubicación de los puntos de muestreo en la microcuenca del río Laupayhuaycco



Figura 2-5 Geolocalización de los puntos de muestreo, con GPS navegador.

2.3.1.3.2 Obtención de muestras de suelo

Las muestras, fueron obtenidas con la ayuda de una pala a una profundidad que varía entre los **25 – 35 cm** de profundidad, y una cantidad aproximada de **2 kg** por muestra.



Figura 2-6 Obtención de muestra de suelo en los puntos de muestreo.

Posteriormente las muestras de suelo, fueron analizadas en laboratorio de análisis de suelo, para determinar la clase textural de cada uno.



Figura 2-7 Muestras para análisis en laboratorio.

2.3.2 Parámetros físicos que intervienen en el proceso de recarga hídrica

Los parámetros involucrados en el proceso de recarga hídrica fueron descritos teniendo en cuenta el modelo aplicado en la “guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica” (Matus et al., 2009, p.11-17).

Los parámetros que se evaluaron son los siguientes:

- La pendiente
- El tipo de suelo
- El tipo de Roca
- La cobertura vegetal
- El uso de suelo

La evaluación de cada parámetro dio como resultado una ponderación que va de 1 a 5, los cuales definieron las características más o menos favorables para la recarga hídrica. A continuación, para identificar las zonas potenciales de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, se describen los parámetros evaluados:

2.3.2.1 Pendiente y micro relieve

Uno de los criterios más importantes para el análisis e identificación de las zonas con potencial para la recarga hídrica es la pendiente, por tanto, para el análisis de este, se realizó un trabajo de campo el cual permitió la identificación visual, a partir de cada punto de muestreo, de las superficies planas, cóncavas y convexas; teniendo en cuenta para el estudio que: en superficies

convexas el agua se mueve dispersándose en distintas direcciones, por otro lado, en zonas con superficies planas y poco inclinadas la trayectoria del agua sigue direcciones casi paralelas y en zonas con micro relieve cóncavas, el agua por lo general se desplaza hacia los lugares más bajos.

Tabla 2-3 Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según la pendiente y micro relieve.

MICRORRELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 – 6	Muy alta	5
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 – 15	Alta	4
Ondulado/cóncavo	15 – 45	Moderada	3
Escarpado	45 – 65	Baja	2
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1

Fuente: Matus et al. (2009).

A sí mismo, el análisis visual en campo nos permitió determinar una ponderación en función a la **Tabla 2.3** (Ficha de Campo), como referencia para la creación del mapa de pendientes y su validación, el cual también se realizó a partir del modelo digital de terreno (MDT) del producto Alos Palsar - ASF, el cual tiene una resolución espacial de 12.5 metros.



Figura 2-8 Relieve de la zona de estudio, cóncavos – escarpados.

El proceso para la obtención del mapa de pendientes se ha llevado a cabo en pasos secuenciales, comenzando por la etapa de campo, seguido en la etapa de laboratorio y finalmente procesando toda la información disponible en la etapa de gabinete.

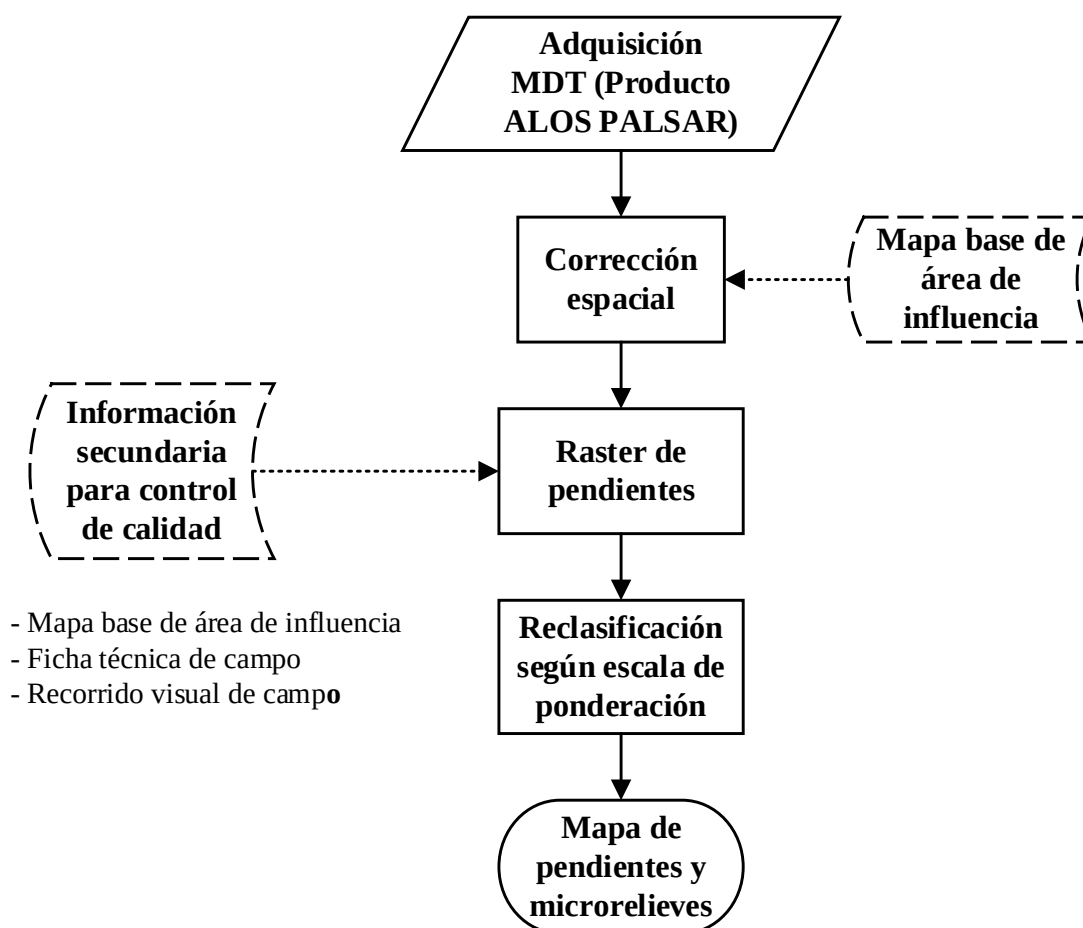


Figura 2-9 Flujograma metodológico para la elaboración del mapa de pendiente y microrrelieve.

2.3.2.2 Tipo de suelo

Para la presente tesis, el tipo de suelo fue definido por la textura del mismo, quiere decir que, en suelos, permeables de textura gruesa, porosos, se dan niveles altos de recarga hídrica. En cambio, los suelos, arcillosos, de textura fina, pesados y compactos son los que impiden o dificultan la recarga hídrica.

En etapa de campo se recolectó muestras de suelo, las cuales posteriormente, fueron analizadas en laboratorio especializado en análisis de suelo, para la obtención de la clase textural de cada uno. Con el fin de determinar su posibilidad de recarga en función a su clase textural.

Tabla 2-4 Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según la textura del suelo.

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACIÓN
Suelos franco arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación	Baja	2
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy Baja	1

Fuente: Matus et al. (2009).

Para la elaboración del mapa de tipo de suelo, se utilizó el método determinístico de la inversa de la distancia ponderada (IDW). Esto implica el proceso de asignar valores a puntos desconocidos utilizando valores de un conjunto de puntos conocidos dispersos. Para tal fin se utilizó el Software ArcGis 10.8.

2.3.2.3 Tipo de roca

La permeabilidad y la porosidad de las rocas, son características que determinan la capacidad de recarga, cabe decir que las rocas suaves o permeables con macroporos, favorecen a la recarga y al contrario las rocas duras con poros finos no son favorables para la recarga.

Las características del tipo de roca son importantes para poder determinar si la recarga es subsuperficial (recarga hídrica), o profunda de aguas subterráneas (acuífero).

El parámetro de tipo de roca para el presente estudio está definido a partir de la Carta Geológica Nacional, a escala 1:50 000, obtenida de <<https://www.gob.pe/ingemmet>>. La información se consolidó en un formato GIS y se envió junto con un boletín de la serie L Mapa geológico de Huanta 26ñ1, 26ñ2, 26ñ3, 26ñ4.

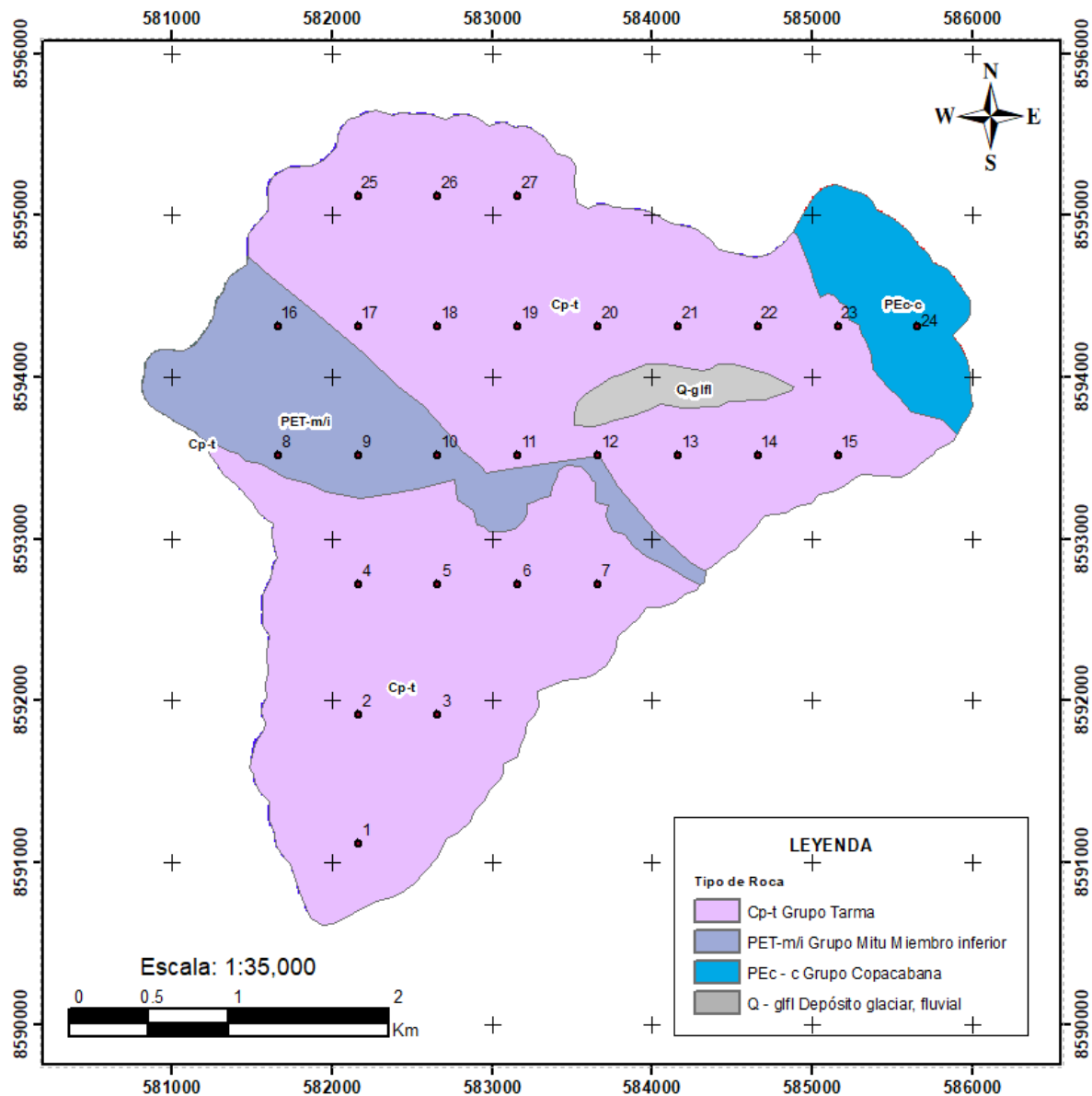


Figura 2-10 Mapa geológico de la microcuenca del río Laupayhuaycco.
Fuente: Recortado de Carta Geológica Nacional.

Cuyos valores de ponderación fueron corroborados y validados, con los trabajos en campo, la cual consistió en el recorrido y observación de los estratos presentes en los perfiles de los cauces, quebradas, en caminos y carreteras.

Tabla 2-5 Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según el tipo de roca.

LITOLOGIA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION
Interconectados; por ejemplo, arena gruesa, piedra pómez, grava o cascajo. Rocas muy permeables, muy suaves, constituidas por cristales o agregados gruesos, con macroporos. ejemplo, arena gruesa, piedra pómez, grava o cascajo.	Muy alta	5
Rocas permeables, suaves, constituidas por cristales o agregados medianos, con poros interconectados; por ejemplo, arena fina o arenisca con poca cementación.	Alta	4
Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	Moderada	3
Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, con presencia de fracturas interconectadas; por ejemplo, la combinación de gravas con arcillas.	Baja	2
Rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas.	Muy baja	1

Fuente: Matus et al. (2009).

2.3.2.4 Determinación de la cobertura vegetal y el uso actual de suelos

La Cobertura vegetal y el uso de los suelos se desarrolló con la finalidad de definir las diferentes categorías de mapeo tales como: cuerpos de agua, áreas urbanas, áreas boscosas, bofedales, áreas escarpadas, áreas con afloramiento rocoso, áreas misceláneas, etc. El método del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), se enfoca en la cobertura terrestre, y se utilizará para realizar esta estratificación. Para su interpretación y aplicación a la clasificación actual de uso de suelos, el NDVI varía de -1 a 1, las premisas expuestas se manejarán para su interpretación y aplicación a la clasificación actual de uso de suelos. (Ruíz et al., 2017).

- El NDVI varia de -1 a 0, para áreas sin vegetación (áreas rocosas, escarpadas, carreteras, caminos, áreas urbanas, etc.).

- El NDVI varía de 0 a 0.3 (plantas enfermas, áreas con escasa vegetación, los cuales son indicios de la calidad pobre del suelo).
- El NDVI varía de 0.3 a 0.4 (vegetación moderada de poca densidad foliar, pudiendo ser zonas arbustales y de bosque no muy denso).
- EL NDVI varía de 0.4 - 0.6 (vegetación medianamente sana, bosques densos).
- El NDVI es superior a 0.6 indica mayor densidad de hojas (pudiendo ser bosques de alta densidad y zonas de pastura).|

$$NDVI = \frac{Ir - R}{Ir + R} \dots\dots\dots \text{Ec. 2.2.1}$$

Donde *Ir* es la reflectancia correspondiente al infrarrojo cercano y *R* la reflectancia correspondiente al rojo del espectro electromagnético (Girimonte y Garcia, 2020)

La conjunción de bandas del producto CBERS 4A para determinar el NDVI es:

$$NDVI = \frac{B4 - B3}{B4 + B3} \dots\dots\dots \text{Ec. 2.2.2}$$

Para la obtención del porcentaje de cobertura vegetal (Martinez, 2020, p.10) Relacionó los valores de NDVI con el porcentaje de Cobertura Vegetal proponiendo la siguiente formula:

$$\%Cobertura\ vegetal = 93.07466 * NDVI + 8.79815 \dots\dots\dots \text{Ec. 2.2.3}$$

Luego del cálculo del NDVI, la reclasificación de esta se realizará usando el software ArcGIS según las premisas antes expuestas. Posterior a la obtención y usando imágenes satelitales de composición RGB, se validarán y ajustarán las delineaciones de las unidades de mapeo. y los cuadros definidos en las fichas de campo, según la Tabla 2.7 y Tabla 2.8. Obteniéndose los mapas de cobertura vegetal y Uso de suelo.

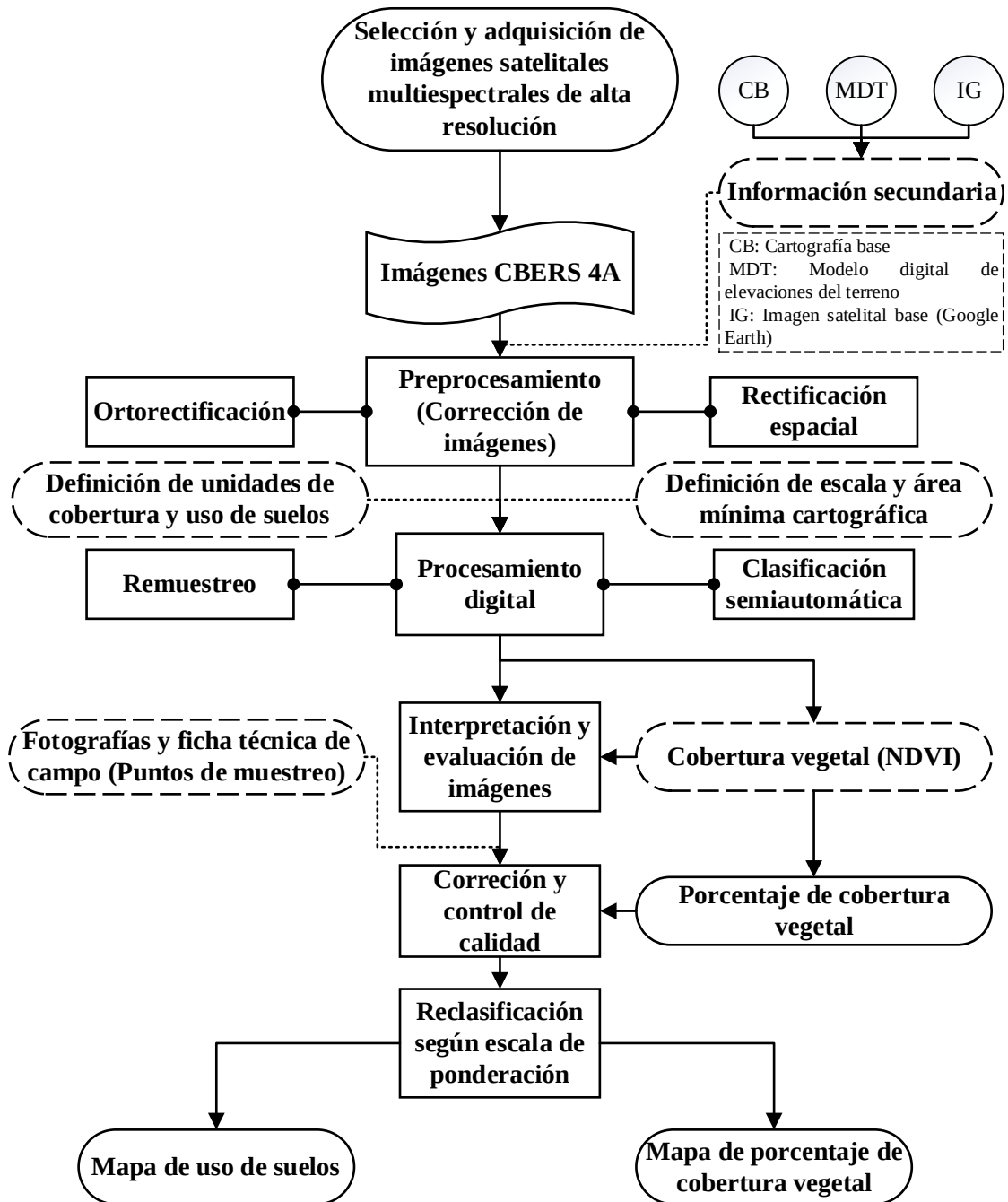


Figura 2-11 Flujograma metodológico para la elaboración de los mapas de cobertura vegetal y uso de suelos.

2.3.2.4.1 Cobertura vegetal permanente

Este parámetro influye en la infiltración del agua, ya que permite un mayor contacto con el suelo, disminuye la velocidad de la escorrentía, la erosión, y la sequedad del suelo generado por los rayos del sol. La presencia de la cobertura vegetal en una determinada zona, favorece a la recarga hídrica e influye directamente en la conservación de las características del suelo.

Para el estudio será tomado en cuenta la cobertura vegetal como, el porcentaje de suelo ocupado por comunidades vegetales permanentes, básicamente descritos por: hierbas, arbustos y árboles.

A sí mismo el análisis visual en campo nos permitió determinar una ponderación en función a la Tabla 2.6, como referencia para la creación del mapa de cobertura vegetal y su validación, el cual también se realizó a partir de la imagen satelital multiespectral de alta resolución espacial de 2 m x 2 m (CBERS 4A).

Tabla 2-6 Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según el porcentaje de cobertura vegetal.

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION
> 80	Muy alta	5
70 – 80	Alta	4
50 – 80	Moderada	3
30 – 50	Baja	2
< 30	Muy baja	1

Fuente: Matus et al. (2009).



Figura 2-12 Cobertura vegetal, de entre el 50 – 70 %.

En la figura podemos observar una característica típica de la zona de estudio, suelo cubierto por pastizales y zonas con presencia de plantaciones de pino.

2.3.2.4.2 Uso de suelo

Con este parámetro se buscó determinar en qué medida una actividad en específico o cambio de uso de suelo contribuyen en la pérdida de las características físicas del suelo, en la erosión, en la compactación, la capacidad de infiltración y en la recarga hídrica.

La evaluación del uso de suelo en la zona de estudio, se determinó mediante el recorrido de campo, en la cual se contó con la participación de pobladores de la zona, así se pudo determinar el uso del suelo que existen en las zonas de recarga hídrica.

Tabla 2-7 Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según el uso del suelo.

USO DE SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5
Sistemas agroforestales o silvopastoriles	Alta	4
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua	Moderada	3
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1

Fuente: Matus et al. (2009).



Figura 2-13 terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.

2.3.3 Estimar los factores de ponderación, que permita definir e identificar las zonas de recarga hídrica

Para el desarrollo de “la ecuación para la determinación de zonas de recarga hídrica” se tomó en cuenta el modelo aplicado en la guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica (Matus et al., 2009, p.17).

Para definir la ecuación que permita la identificación de zonas de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco, se utilizó la Ecuación:

$$ZRH = [c_1 (Pend) + c_2 (Ts) + c_3 (Tr) + c_4 (Cve) + c_5 (Us)] \quad \dots\dots\dots \text{Ec. 2.2.4}$$

Donde:

- ZRH** = Zonas potenciales de recarga hídrica.
- c_i** = Ponderación a partir del procedimiento del análisis jerárquico.
- Pend** = Pendiente.
- Ts** = Tipo de suelo.
- Tr** = Tipo de roca.
- Cve** = Cobertura vegetal.
- Us** = Uso de suelo.

2.3.3.1 Cálculo de la ponderación

La metodología utilizada para la obtención de las ponderaciones utilizadas en la ecuación estuvo basada en el proceso de análisis jerárquico (AHP), el cual permite abordar un área, considerando a las diferentes variables como un sistema compuesto relacionado entre sí.

Las variables a evaluar fueron las siguiente:



Figura 2-14 Parámetros que determina la recarga hídrica.

a) Construcción de una matriz pareada

La metodología AHP, busca modelar el problema a través de una estructura jerárquica, para lo cual utiliza una escala de prioridades basadas en la preferencia de una variable sobre otra. Para tal fin se utilizó el criterio de las personas involucradas en este proceso participativo, y consulta en reuniones públicas con los pobladores de la zona.

La escala comparativa permitió la emisión que podamos evaluar y emitir juicios, El procedimiento consiste en la comparación de cada variable con las otras en función de su jerarquía según su importancia.

Tabla 2-8 Escala fundamental de comparación por pares (Saaty, 1980).

VALOR	DEFINICION	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

Fuente: Aznar y Guijarro (2012)

Los valores obtenidos, a través del criterio del autor y de los involucrados en la elaboración del presente trabajo, se ven reflejados en una matriz de comparación pareada, la cual está representada en la Tabla 2.9.

Tabla 2-9 Matriz de comparación.

CRITERIOS	PENDIENTE	TIPO SUELO	TIPO DE ROCA	COBERTURA VEGETAL	USO DE SUELO
PENDIENTE	1	4	5	5	7
TIPO SUELO	1/3	1	3	3	3
TIPO DE ROCA	1/5	1/3	1	2	2
COBERTURA VEGETAL	1/5	1/3	1/2	1	3
USO DE SUELO	1/7	1/3	1/2	1/3	1

Una vez realizada la matriz pareada el método AHP, se procede a determinar la relación de consistencia, el cual nos permite garantizar la correcta emisión de los criterios utilizados en el análisis, esta debe ser menor a 10%, para 5 variables (Aznar y Guijarro, 2012, p.130), para lograr una mayor fiabilidad en la información evaluada.

En la presente investigación el valor de la relación de consistencia obtenida, fue de **0.07** o 7%, por lo tanto, este valor se encuentra dentro del rango permitido, el cual tiene que ser menor que el 10% para cinco variables, por ello se consideró como **ACEPTABLE** el modelo propuesto.

Con ello podemos concluir los valores ponderados asignados para cada variable, y su porcentaje de incidencia en el modelo.

Tabla 2-10 Valores obtenidos mediante el método analítico jerárquico.

VARIABLE	VALORES PONDERADOS MEDIANTE AHP	RELACION DE CONSISTENCIA
PENDIENTE	0.52	52%
TIPO SUELO	0.21	21%
TIPO DE ROCA	0.11	11%
COBERTURA VEGETAL	0.10	10%
USO DE SUELO	0.06	6%

2.3.3.2 Ecuación final obtenida para la zona de investigación

Obtenidos los resultados de la ponderación de las variables analizadas, podemos asignar un porcentaje de importancia a cada una de ellas. Debemos tener en cuenta para el análisis de cada variable evaluada se denota en un porcentaje total que es el 100%.

Por tanto, la ecuación utilizada para la Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco fue:

$$ZRH = [0.52(Pend) + 0.21(Ts) + 0.11(Tr) + 0.10(Cve) + 0.06(Us)] \dots\dots \text{Ec. 2.2.5}$$

2.3.4 Modelamiento final y obtención de un mapa para la identificación de zonas de recarga hídrica.

Este modelo fue generado utilizando la herramienta **Weighted Overlay** del Software ArcGis 10.8, el proceso por el cual se obtuvo el modelo del mapa para la identificación de zonas de recarga hídrica de la microcuenca del río Laupayhuaycco, se describe a continuación:

- A. Se generó un mapa para cada variable en estudio, en formato Ráster, en función a las condiciones dadas, los cuales permitieron la identificación de zonas de recarga hídrica.
- B. El álgebra de mapas se desarrolló haciendo uso de la herramienta **Weighted Overlay**, el cual podemos ubicarlo en el **ArcToolbox – Overlay**, del Software ArcGis 10.8.

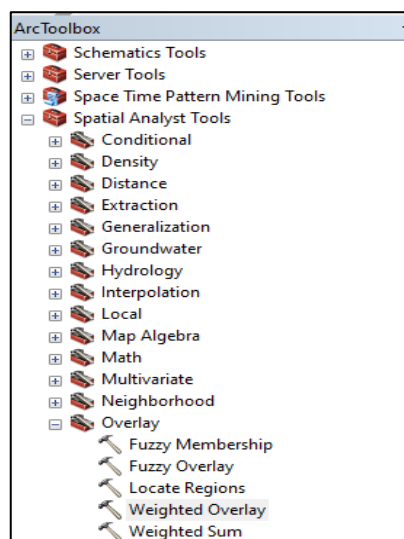


Figura 2-15 Weighted Overlay – ArcToolbox

- C. La ecuación definida con el método analítico jerárquico, obtenida anteriormente, fue necesario para poder cuantificar en el álgebra de mapas la importancia de cada variable aplicada en el modelo.

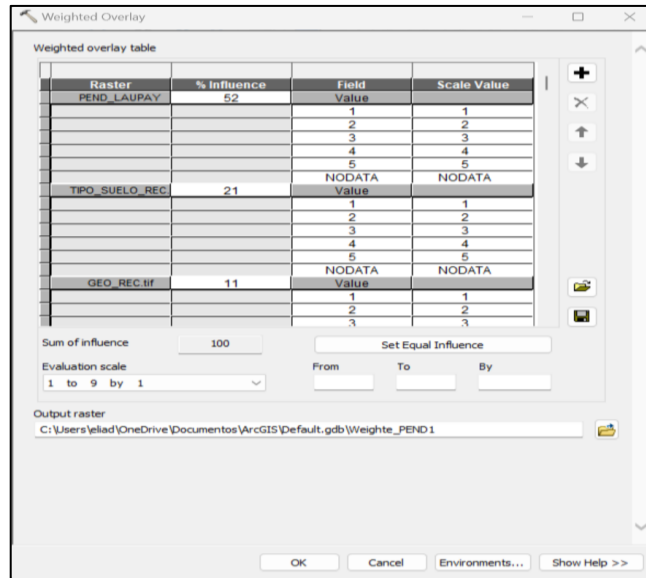


Figura 2-16 Ventana de herramienta Weighted Overlay.

En la ventana de la herramienta Weighted Overlay, introducimos las ponderaciones de cada variable, obtenidos con el método analítico jerárquico.

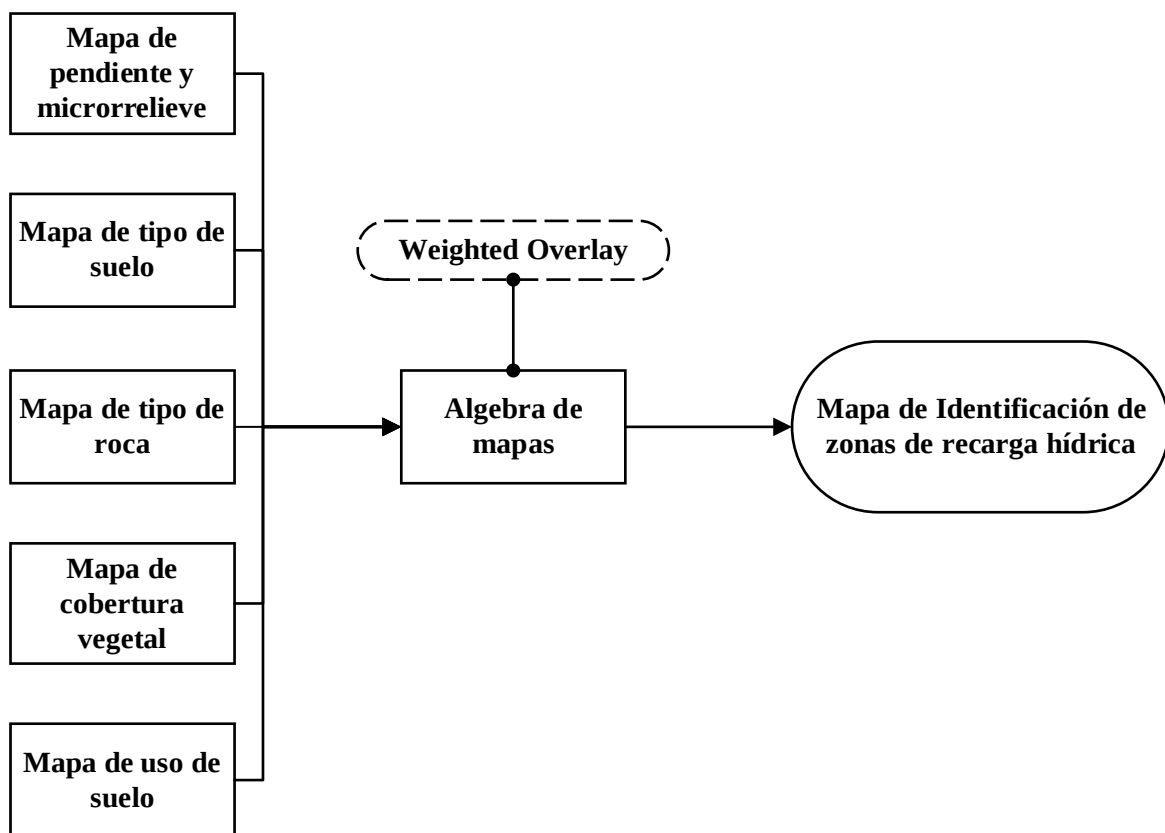


Figura 2-17 Flujograma metodológico para la elaboración del mapa de zonas de recarga hídrica.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Parámetros físicos que intervienen en el proceso de recarga hídrica

Del recorrido del área de estudio y la evaluación de los parámetros que determinan el proceso de recarga hídrica, en función a nuestro modelo, son mostrados de la siguiente manera:

3.1.1 Pendiente

Este parámetro es muy importante en el análisis de la identificación de zonas de recarga, puesto que, este tiene una estrecha relación con la escorrentía superficial.

Posterior al análisis de campo y evaluación de criterios, se pudo elaborar el mapa de pendientes el cual fue reclasificado en función al modelo establecido para este estudio. Como podemos observar en la Figura 3.1.

Las áreas con pendientes de un bajo porcentaje, favorecen a que las aguas provenientes de las lluvias infiltren, por otro lado, las zonas con una pendiente pronunciada son zonas donde la infiltración se reduce drásticamente en el suelo.

La Tabla 3.1 muestra las áreas representativas por rango establecido, el cual delimita las pendientes en la zona de estudio, en ella podemos observar que tenemos mayor área en el rango que comprende de los 15 – 45%, el cual cubre el 43.73% del área total de estudio.

El mapa de pendientes, El cual fue elaborada usando el software ArcGis 10.8. En el cual visualizamos los porcentajes de pendiente y la ponderación dentro del área de estudio. Con la finalidad de determinar el área ocupada por cada rango de pendiente y su respectiva ponderación.

Tabla 3-1 Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, en función a la pendiente.

PENDIENTE (%)	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA (Km ²)	AREA (%)
0 – 6	5	Muy alta	0.19	1.60
6 – 15	4	Alta	0.32	2.65
15 – 45	3	Moderada	5.27	43.73
45 – 65	2	Baja	3.75	31.13
> 65	1	Muy baja	2.52	20.89
TOTAL			12.043	100

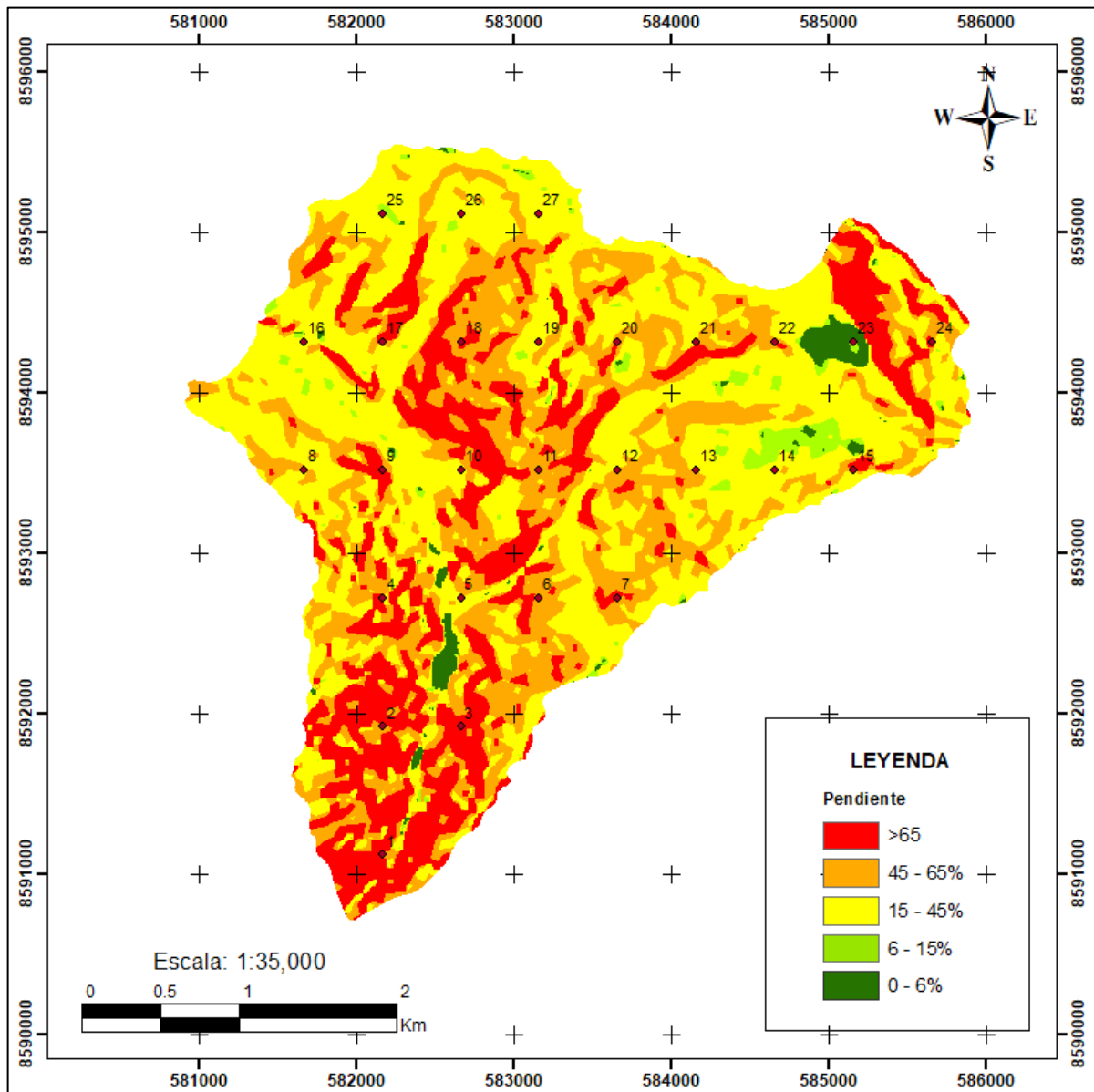


Figura 3-1 Potencial de recarga hídrica según la pendiente.

De acuerdo al porcentaje de la pendiente, las áreas con mayor potencial de recarga hídrica se encuentran ubicadas en zonas con micro relieve de características planas a casi planas, donde la pendiente es muy baja; del mapa se desprende también, que con color amarillo tenemos las zonas con posibilidad de recarga MODERADA, el cual corresponde al rango de entre 15-45% de pendiente.

3.1.2 Tipo de suelo

Los resultados obtenidos del laboratorio, se muestran de manera individual en la Tabla 3.2, el cual muestra las coordenadas UTM, clase textural definida, y la ponderación será dada según la posibilidad de recarga.

Tabla 3-2 Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según la textura del suelo

PUNTO DE MUESTREO	CORDENADAS UTM		TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION
	ESTE	NORTE			
P1	582161	8591117	Franco Arcillo Arenoso	Muy alta	5
P2	582161	8591917	Franco Arenoso	Muy alta	5
P3	582661	8591917	Franco Arcillo Arenoso	Muy alta	5
P4	582161	8592717	Franco Arcilloso	Baja	2
P5	582661	8592717	Franco Arcillo Arenoso	Muy alta	5
P6	583161	8592717	Franco Arenoso	Muy alta	5
P7	583661	8592717	Arcilloso	Muy baja	1
P8	581661	8593517	Franco Arenoso	Muy alta	5
P9	582161	8593517	Franco	Alta	4
P10	582661	8593517	Franco Arcilloso	Baja	2
P11	583161	8593517	Franco Arenoso	Muy alta	5
P12	583661	8593517	Franco	Moderada	3
P13	584161	8593517	Franco Arenoso	Muy Alta	5
P14	584661	8593517	Franco Arenoso	Muy Alta	5
P15	585161	8593517	Franco Arenoso	Muy Alta	5
P16	581661	8594317	Franco	Alta	4
P17	582161	8594317	Franco Arenoso	Muy Alta	5
P18	582661	8594317	Franco Arenoso	Muy Alta	5
P19	583161	8594317	Franco Arenoso	Muy Alta	5
P20	583661	8594317	Franco Arenoso	Muy Alta	5
P21	584161	8594317	Franco Arenoso	Muy Alta	5
P22	584661	8594317	Franco	Alta	4
P23	585161	8594317	Franco Arenoso	Muy Alta	5
P24	585661	8594317	Franco Arenoso	Muy Alta	5
P25	582161	8595117	Franco Arenoso	Muy Alta	5
P26	582661	8595117	Franco Arenoso	Muy Alta	5
P27	583161	8595117	Franco Arenoso	Muy Alta	5

Fuente: Resultados de análisis de laboratorio.

Posterior al análisis de campo y evaluación de criterios, se pudo elaborar el mapa de tipo de suelo, el cual fue reclasificado en función al modelo establecido para este estudio. Como se observa en la Figura 3.2.

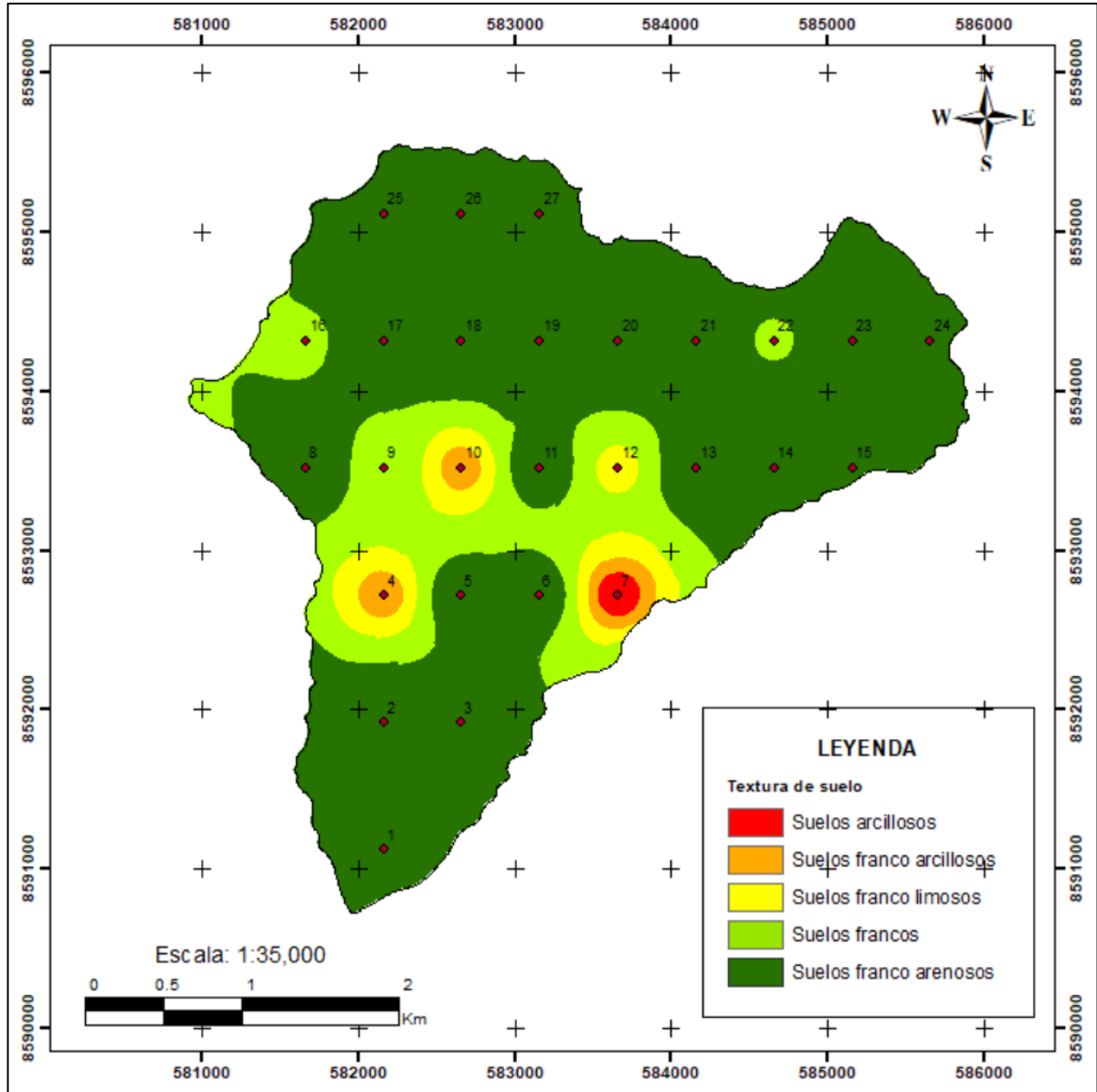


Figura 3-2 Potencial de recarga hídrica según la textura de suelo.

De acuerdo a la textura del suelo, las zonas con mayor potencial de recarga hídrica se encuentran ubicadas en áreas con suelos Francos arenosos a arenosos; del mapa se desprende también, que con color Verde Oscuro tenemos las zonas con posibilidad de recarga MUY ALTA.

Tabla 3-3 Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, según la textura del suelo.

TEXTURA	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA (Km ²)	AREA (%)
Suelos Franco arenosos a arenosos	5	Muy alta	9.03	74.95
Suelos francos	4	Alta	2.17	18.02
Suelos franco limosos	3	Moderada	0.57	4.74
Suelos franco arcillosos	2	Baja	0.22	1.81
Suelos arcillosos	1	Muy baja	0.06	0.49
TOTAL			12.04	100.00

3.1.3 Tipo de roca

A partir de la Carta geológica nacional de escala 1:50 000, se llevó a cabo el recorrido en campo para validar los valores de la misma, y a partir del modelo planteado se generó la reclasificación. Según la Carta geológica nacional de escala 1:50 000, del cuadrante 26ñ 1, 26ñ 4, correspondientes la zona de estudio se encuentra 4 unidades lito estratigráficas que son:

a) Grupo Tarma (Cp-t)

Estas están descritas como limo arcillas intercaladas con lutitas, las rocas que la conforman son porosas y permeables, por ello su potencial de recarga es moderada con una ponderación de 3 según su posibilidad de recarga.



Figura 3-3 Grupo Tarma, se observa limo arcillas con rocos porosas y permeables.

b) Grupo Mitu Miembro Inferior (PET-m/i)

Estas están descritas como areniscas, conglomerados y limoarcillas de color rojo, en la zona de estudio existe el “bosque de piedras de Laupay”, cuya característica es la más representativa de este grupo. Por ello su potencial de recarga es baja con una ponderación de 2 según su posibilidad de recarga.



Figura 3-4 Grupo Mitu, se observa limoarcillas de color rojo.

c) Deposito glaciár, fluvial (Q-glfl)

Afloran en terrenos con gran altitud, sus sedimentos están compuestos de gravas, arenas, limos y arcillas íntimamente relacionados a antiguas zonas glaciadas. Por ello su potencial de recarga es alta con una ponderación de 4 según su posibilidad de recarga.



Figura 3-5 Deposito glaciár, fluvial.

d) Grupo Copacabana (PEc-c)

Estas están descritas como Caliza en estrato mayor a 1 m, color gris claro a oscuro, la base los estratos están flexura dos. Por ello su potencial de recarga es muy baja con una ponderación de 1 según su posibilidad de recarga.

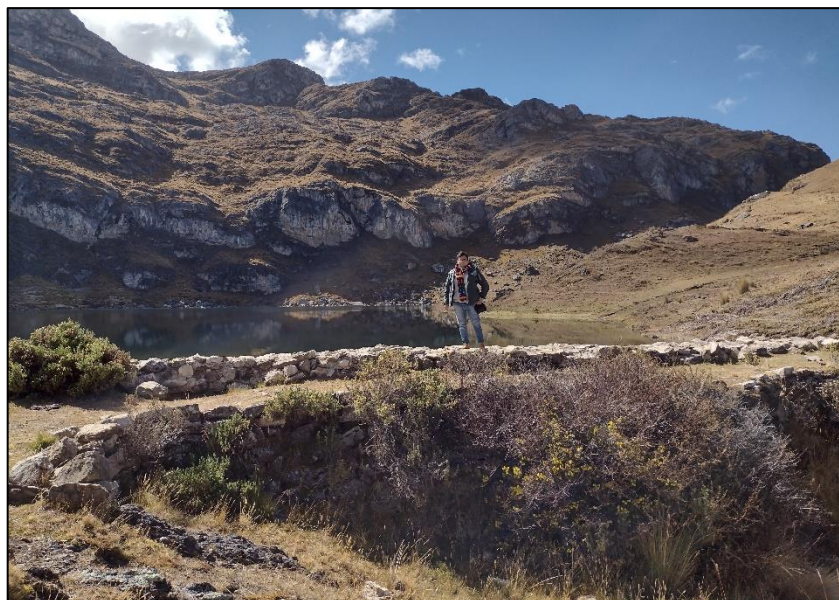


Figura 3-6 Grupo Copacabana – en la parte alta de la cuenca del río Laupayhuaycco.

Con estos resultados se procedió a reclasificar el mapa de pendientes obtenida de la carta geológica nacional obteniéndose:

Tabla 3-4 Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, según el tipo de roca.

LITOLOGIA	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA (Km ²)	AREA (%)
Rocas permeables, suaves, constituidas por cristales o agregados medianos, con poros interconectados; por ejemplo, arena fina o arenisca con poca cementación.	4	Alta	0.30	2.49
Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3	Moderada	9.36	77.68
Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, con presencia de fracturas interconectadas; por ejemplo, la combinación de gravas con arcillas.	2	Baja	1.73	14.33
Rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas.	1	Muy baja	0.66	5.50
TOTAL			12.04	100

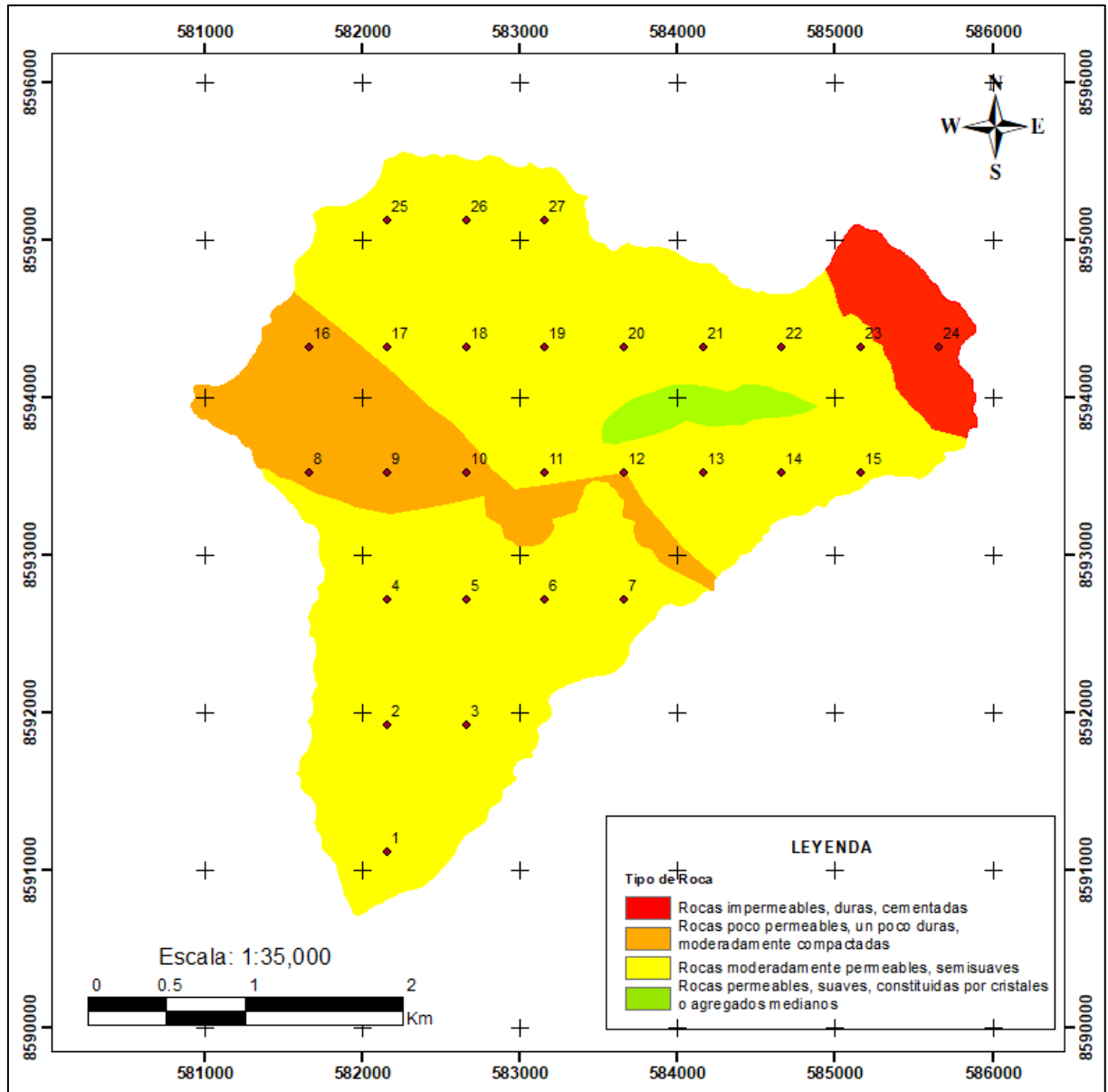


Figura 3-7 Potencial de recarga hídrica según el tipo de suelo.

De la Tabla 3.4 observamos que las áreas con un potencial MODERADO, ocupa 9.36 Km^2 , cuyo valor representa el 77.68% del total del área de estudio. Lo cual se refleja en el gráfico 3.7.

3.1.4 Cobertura vegetal

La cobertura vegetal está relacionada directamente con el potencial de recarga, puesto que cada unidad de crecimiento comienza en áreas con buena infiltración, que por lo general son suelos más permeables.

En la Tabla 3.5 podemos ver los valores de las unidades muestreadas y el área que ocupa cada una de ellas y su ponderación en función a la cobertura vegetal.

Tabla 3-5 Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, en función a la cobertura vegetal.

Cobertura Vegetal (%)	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA (Km^2)	AREA (%)
> 80	5	Muy alta	1.10	9.13
70 – 80	4	Alta	1.10	9.12
50 – 70	3	Moderada	4.34	36.00
30 – 50	2	Baja	2.46	20.46
< 30	1	Muy baja	3.05	25.29
TOTAL			12.04	100

Por ello, en la Tabla 3.5 observamos que las áreas con un potencial MODERADO, ocupa $4.34 Km^2$, cuyo valor representa el 36.00% del total del área de estudio. Lo cual se refleja en el siguiente gráfico:

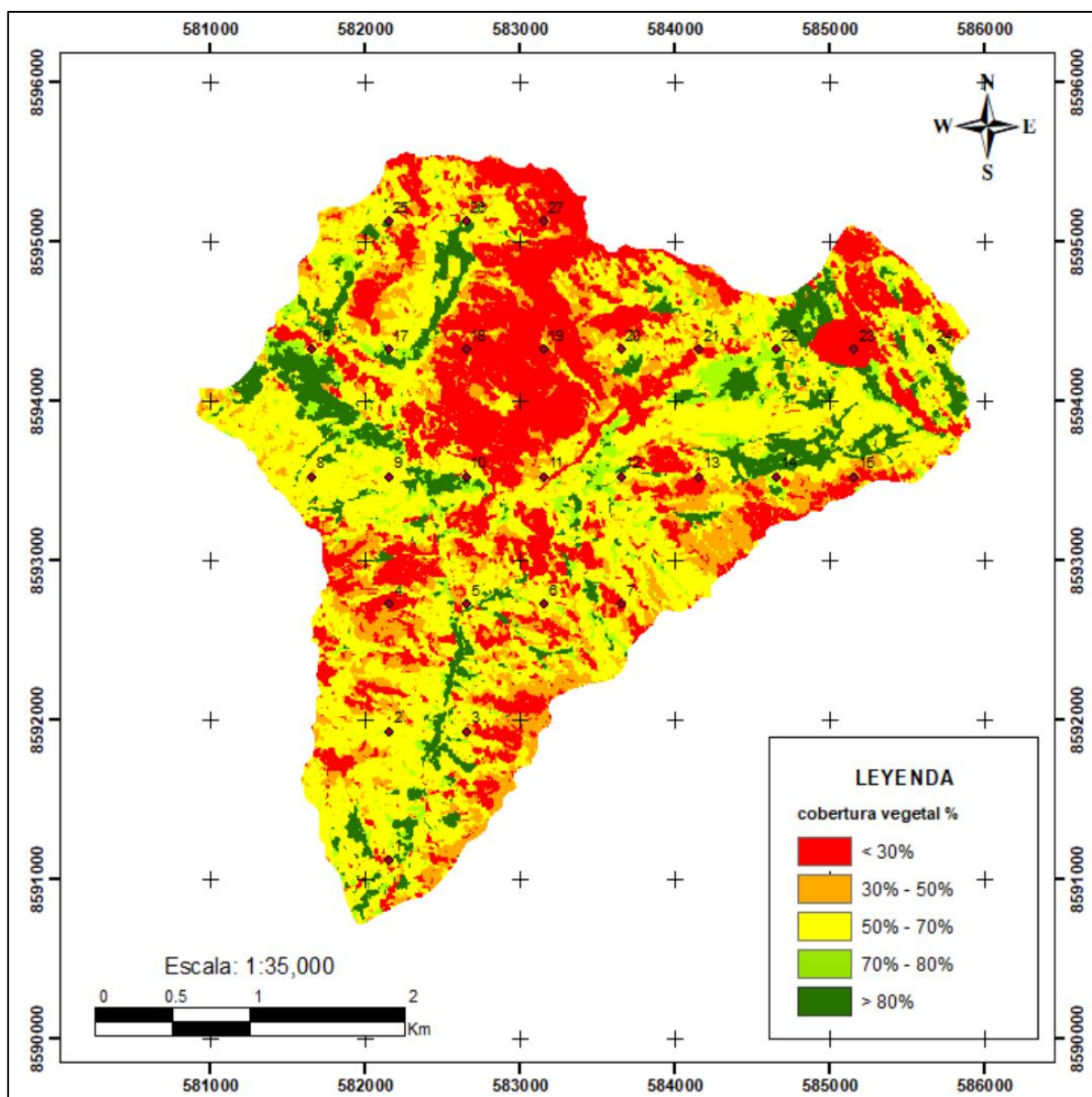


Figura 3-8 Potencial de recarga hídrica según la cobertura vegetal.

3.1.5 Uso de suelo

Las actividades, acciones y como el humano interviene sobre una determinada superficie también tiene incidencia en la recarga hídrica, puesto que según la actividad del manejo del suelo determinara la posibilidad de recarga hídrica en un área determinada.

En nuestra área de estudio pudimos determinar 5 parámetros, del cual podemos desprender que 7.70 Km^2 son zonas con un manejo de sistema agroforestal y/o silvopastoriles, el cual representa el 63.92% del área total de estudio, esto básicamente se debe a la principal actividad de los pobladores de la zona, que es la ganadería.

Tabla 3-6 Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, en función al uso de suelo.

USO DE SUELO	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA (Km ²)	AREA (%)
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	5	Muy alta	3.02	25.09
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4	Alta	7.70	63.92
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	3	Moderada	0.24	2.03
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	2	Baja	0.22	1.86
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	1	Muy baja	0.86	7.10
TOTAL			12.04	100

Se elaboró el mapa de uso de suelos, utilizando imágenes satelitales de la zona, con la ayuda de las fotografías y el recorrido realizado por toda la zona de estudio.

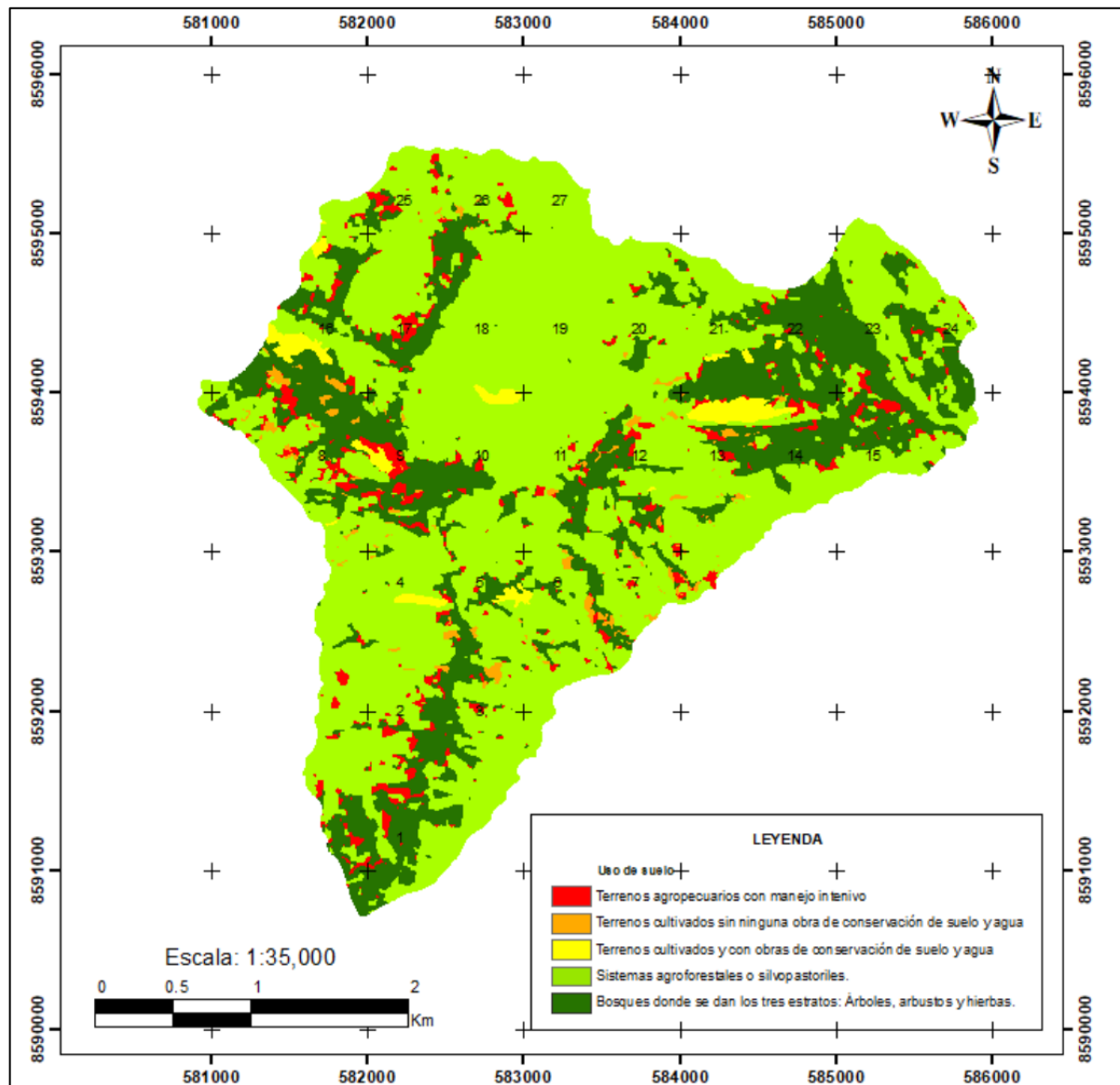


Figura 3-9 Potencial de recarga hídrica según el uso de suelo.

3.2 Estimar los factores de ponderación, que permita definir e identificar las zonas de recarga hídrica

Para determinar el potencial de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco se utilizó la ecuación resultante del análisis jerárquico de las variables en estudio.

Como resultado de las variables haciendo uso del análisis jerárquico, se le asignó una importancia del 52% a la pendiente, un 21% para el tipo de suelo, un 11% para el tipo de roca, un 10% para la cobertura vegetal y un 6 % para el uso de suelo como se refleja en la siguiente ecuación:

$$ZRH = [0.52(Pend) + 0.21(Ts) + 0.11(Tr) + 0.10(Cve) + 0.06(Us)] \dots\dots \text{Ec 3.1}$$

Los resultados que se obtienen por cada punto de muestreo tienen que estar dentro del rango propuesto en el modelo establecido por la “Guía para la identificación participativa de zona con potencial de recarga hídrica” el cual fue planteado por Oscar Matus, este se detalla en la Tabla 3.7.

Tabla 3-7 Potencial de recarga hídrica según el modelo propuesto.

POSIBILIDAD DE RECARGA	RANGO
MUY ALTA	4.1 – 5
ALTA	3.5 – 4.09
MODERADA	2.6 – 3.49
BAJA	2 – 2.59
MUY BAJA	1 – 1.99

Fuente: Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica

Para el punto de muestreo P1, el cual tiene las siguientes características:

Tabla 3-8 Potencial de recarga hídrica según variable, para el punto de muestra P1.

POTENCIAL DE RECARGA HIDRICA		
	VARIABLE	PONDERACION
P1	PENDIENTE	1
	TIPO DE SUELO	5
	COBERTURA VEGETAL	3
	USO DE SUELO	5

Para este punto de muestra obtendremos la ecuación:

$$ZRH = [0.52(1) + 0.21(5) + 0.11(3) + 0.10(3) + 0.06(5)]$$

$$ZRH = 2.5$$

Por lo tanto, el potencial de recarga hídrica en el punto P1 es igual a 2.5 el cual está dentro del rango de potencial BAJO.

El análisis de cada punto de muestreo se refleja en la Tabla 3.9, el cual permite observar el potencial de recarga hídrica.

Tabla 3-9 Evaluación de las variables y su posibilidad de recarga por punto de muestreo.

PUNTO DE MUESTREO	VARIABLES EVALUADAS					SUMATORIA (*)	POSIBILIDAD DE RECARGA
	Pend	Ts	Tr	Cve	Us		
P1	0.52	1.05	0.33	0.3	0.3	2.5	BAJA
P2	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P3	0.52	1.05	0.33	0.3	0.24	2.44	BAJA
P4	1.04	0.42	0.33	0.3	0.24	2.33	BAJA
P5	1.56	1.05	0.33	0.3	0.3	3.54	ALTA
P6	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P7	1.04	0.21	0.33	0.3	0.24	2.12	BAJA
P8	1.04	1.05	0.22	0.3	0.24	2.85	MODERADA
P9	0.52	0.84	0.22	0.3	0.06	1.94	MUY BAJA
P10	1.56	0.42	0.22	0.3	0.18	2.68	MODERADA
P11	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P12	1.04	0.63	0.22	0.3	0.12	2.31	BAJA
P13	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P14	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA
P15	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P16	1.56	0.84	0.22	0.3	0.24	3.16	MODERADA
P17	1.04	1.05	0.33	0.3	0.12	2.84	MODERADA
P18	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P19	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA
P20	1.04	1.05	0.33	0.3	0.18	2.9	MODERADA
P21	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P22	1.04	0.84	0.33	0.4	0.24	2.85	MODERADA
P23	0.52	1.05	0.33	0.3	0.24	2.44	BAJA
P24	1.04	1.05	0.11	0.3	0.24	2.74	MODERADA
P25	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA
P26	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA
P27	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA

3.3 Modelamiento final y obtención de un mapa para la identificación de zonas de recarga hídrica.

Finalmente, el análisis de cada parámetro y la utilización del método analítico jerárquico son determinantes para identificar los diferentes tipos de zonas de recarga a lo largo de la microcuenca del río Laupayhuaycco, pero para una mayor obtención de la característica de la totalidad de la cuenca se utilizaron los mapas obtenidos por parámetro y utilizando el Software ArcGis 10.8, se pudo obtener el mapa de ZONAS DE RECARGA HÍDRICA de la microcuenca del río Laupayhuaycco.

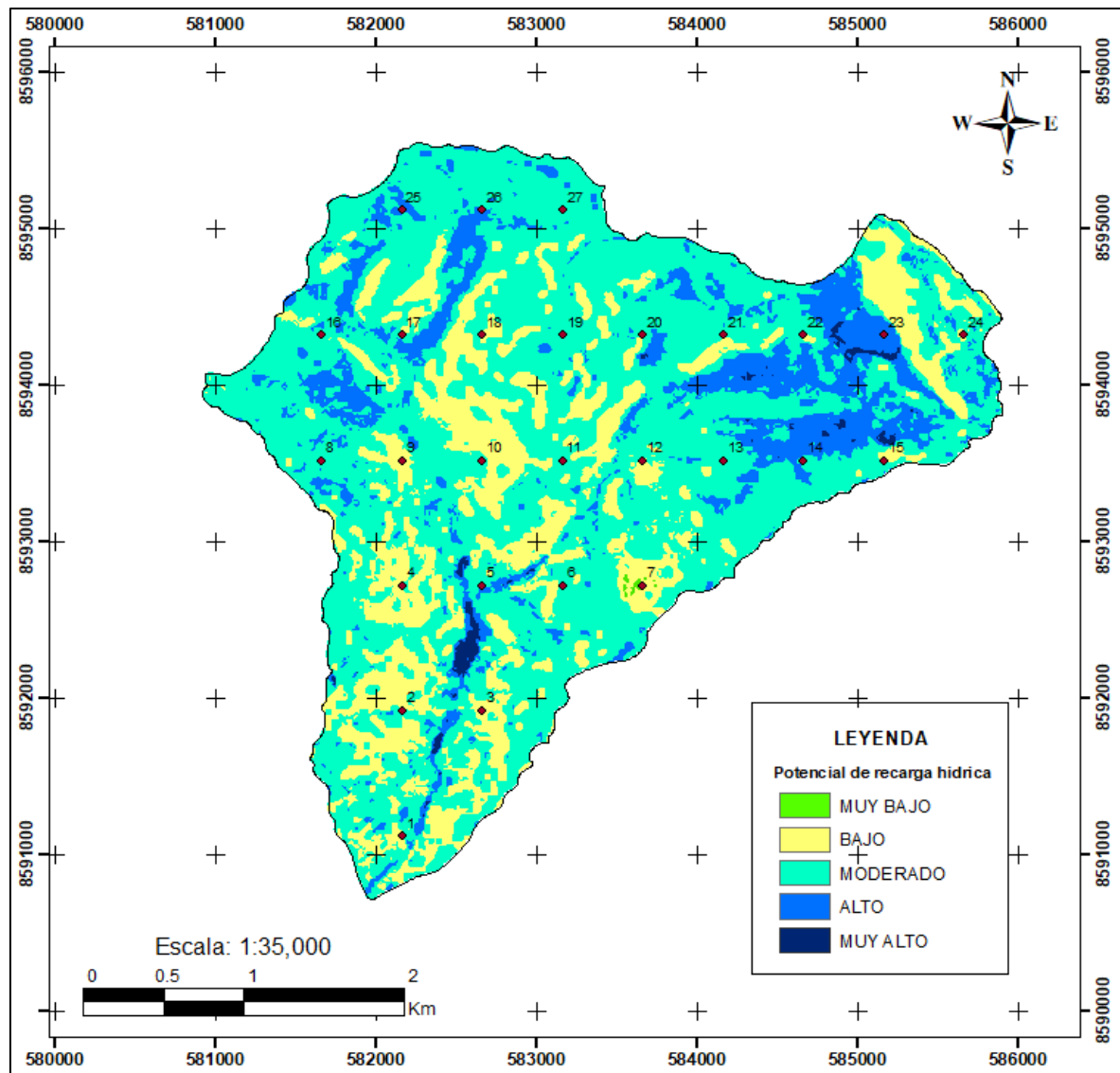


Figura 3-10 Zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco.

En la Figura 3.10 podemos observar que en su mayoría las áreas con un potencial de recarga moderado (color celeste) ocupan el 49.42% del área de estudio, sin embargo, el potencial Alto (color azul claro) ocupa el 21.09% de la microcuenca.

Las áreas comprendidas en función al potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, nos muestra que las zonas con MUY BAJA posibilidad de recarga cuentan con un área de 0.01 Km^2 , el potencial MODERADO cuenta con un total de 7.80 Km^2 , y el potencial MUY ALTO cuenta con 0.09 Km^2 .

Tabla 3-10 Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco.

POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA (Km^2)	AREA (%)
Muy alta	0.13707	1.14
Alta	3.407265	28.29
Moderada	5.952087	49.42
Baja	2.539513	21.09
Muy baja	0.007296	0.06
TOTAL	12.043	100

Una de las características predominantes para determinar las zonas de recarga hídrica fue la pendiente, puesto que en su mayoría son montañas con pendientes mayores a 15% lo cual no favorece a la recarga hídrica.

Sin embargo, las demás características favorecen a la recarga hídrica, por ello el resultado final nos arroja con zonas entre moderado y alto potencial de recarga hídrica en su mayoría.

CONCLUSIONES

1. Se identificó en la microcuenca del río Laupayhuaycco el potencial de recarga hídrica, la cual está distribuido de la siguiente manera: 0.09 km^2 (0.71%) zona de recarga con potencial MUY ALTA, 1.62 km^2 (13.47 %) zona de recarga con potencial ALTA, 7.80 km^2 (64.79 %) zona de recarga con potencial MODERADA, 2.52 km^2 (20.97 %) zona de recarga con potencial BAJA, 0.01 km^2 (0.05%) zona de recarga con potencial MUY BAJA
2. Se identificó y caracterizó los parámetros físicos que intervienen en el proceso de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco, lo cual se plasmó en los mapas según las características físicas y su posibilidad de recarga. Cuyos mapas muestran cómo se distribuye las áreas existentes en la microcuenca, según su potencial de recarga hídrica, y están dadas de la siguiente manera:

Las distribuciones de las áreas según el potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, en función a la pendiente se da de la siguiente manera: Las zonas con pendientes de entre 0% - 15%, representan una posibilidad de recarga de MUY ALTA a ALTA las cuales ocupan un área de 0.51 km^2 (4.25%), zonas con pendientes de 15% - 45%, se tiene 5.27 km^2 (43.73%) lo cual representa una posibilidad de recarga MODERADA, zonas con pendientes mayores a 45% representa una posibilidad de recarga BAJA a MUY BAJA las cuales ocupan un área de 6.27 km^2 (52.02%)

Las distribuciones de las áreas según el potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, en función al tipo de suelo se da de la siguiente manera: en zonas con suelos Franco arenosos a arenosos se tiene 9.03 km^2 (74.95 %) lo cual

representa una posibilidad de recarga MUY ALTA, zonas con suelos francos, se tiene 2.17 km^2 (18.02 %) lo cual representa una posibilidad de recarga ALTA, zonas con suelos franco limosos, se tiene 0.57 km^2 (4.74%) lo cual representa una posibilidad de recarga MODERADA, zonas con suelos franco arcillosos, se tiene 0.22 km^2 (1.81%) lo cual representa una posibilidad de recarga BAJA, zonas con suelos arcillosos, se tiene 0.06 km^2 (0.49%) lo cual representa una posibilidad de recarga MUY BAJA.

Las distribuciones de las áreas según el potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, en función al tipo de roca se da de la siguiente manera: en zonas con Rocas permeables, suaves, constituidas por cristales o agregados medianos, con poros interconectados; por ejemplo, arena fina o arenisca con poca cementación se tiene 0.30 km^2 (2.49%) lo cual representa una posibilidad de recarga ALTA, zonas con rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros se tiene 9.36 km^2 (77.68%) lo cual representa una posibilidad de recarga MODERADA, zonas con Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, con presencia de fracturas interconectadas; por ejemplo, la combinación de gravas con arcillas, se tiene 1.73 km^2 (14.33%) lo cual representa una posibilidad de recarga BAJA, zonas con rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas., se tiene 0.66 km^2 (5.50%) lo cual representa una posibilidad de recarga MUY BAJA.

Las distribuciones de las áreas según el potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, en función a la cobertura vegetal se da de la siguiente manera: en zonas con cobertura vegetal mayores a 80%, se tiene 1.10 km^2 (9.13%) lo cual representa una posibilidad de recarga MUY ALTA, zonas con cobertura vegetal de 70% - 80%, se tiene 1.10 km^2 (9.12 %) lo cual representa una posibilidad de recarga ALTA, zonas con cobertura vegetal de 50% - 70%, se tiene 4.34 km^2 (36.00%) lo cual representa una posibilidad de recarga MODERADA, zonas con cobertura vegetal de 30% - 50%, se tiene 2.46 km^2 (20.46%) lo cual representa una posibilidad de recarga BAJA, zonas con cobertura vegetal menores a 30%, se tiene 3.05 km^2 (25.29%) lo cual representa una posibilidad de recarga MUY BAJA.

Las distribuciones de las áreas según el potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, en función al uso de suelo se da de la siguiente manera: en zonas con Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas., se tiene 3.02 km^2 (25.09%) lo cual representa una posibilidad de recarga MUY ALTA, zonas con sistemas agroforestales o silvopastoriles., se tiene 7.70 km^2 (63.92 %) lo cual representa una posibilidad de recarga ALTA, zonas con terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua., se tiene 0.24 km^2 (2.03%) lo cual representa una posibilidad de recarga MODERADA, zonas con terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua, se tiene 0.22 km^2 (1.86%) lo cual representa una posibilidad de recarga BAJA, zonas con terrenos agropecuarios con manejo intensivo, se tiene 0.86 km^2 (7.10%) lo cual representa una posibilidad de recarga MUY BAJA.

3. Se logró estimar los factores de ponderación de los parámetros físicos que permiten definir e identificar las zonas de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco, a partir del modelo propuesto por la guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica (Matus et al., 2009), utilizando el proceso de análisis jerárquico (AHP), con lo cual se obtuvo los ponderados para cada parámetro físico como sigue: pendiente $c_1 = 0.52$, tipo de suelo $c_2 = 0.21$, tipo de roca $c_3 = 0.11$, cobertura vegetal $c_4 = 0.10$, uso de suelo $c_5 = 0.06$; con lo que se obtuvo la ecuación que se utilizó para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco, la cual es:

$$ZRH = [0.52(Pend) + 0.21(Ts) + 0.11(Tr) + 0.10(Cve) + 0.06(Us)]$$

4. Se generó un mapa de escala 1/35 000, el cual representa las zonas de recarga hídrica según su potencial en la microcuenca del río Laupayhuaycco, la cual permite identificar, caracterizar y medir dichas áreas según su potencial para la recarga hídrica.

RECOMENDACIONES

1. A las instituciones involucradas en el área de estudio se recomienda promover la elaboración de un plan de manejo de la microcuenca del río Laupayhuaycco, el cual debe involucrar a los integrantes de las comunidades de Laupay para un mayor manejo y conservación de los recursos hídricos de la zona.
2. Crear proyectos para el almacenamiento del agua, teniendo en cuenta el mapa de zonas con potencial de recarga hídrica, como son las qochas o pequeñas infraestructuras de almacenamiento que permitan conservar y preservar los recursos hídricos en zonas con potencial de recarga hídrica ALTA a MUY ALTA.
3. Se recomienda también la implementación de zanjas de infiltración en zonas con potencial de recarga hídrica MODERADA, puesto que las pendientes son favorables para esta actividad de conservación.
4. Implementar proyectos de conservación de suelos y reforestación en zonas con potencial de recarga hídrica de BAJA a MUY BAJA.
5. El presente trabajo solo consideró parámetros locales, los cuales pueden ser modificadas y adecuadas para la implementación de dicho modelo en las diferentes realidades de nuestro país.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alcalá, B., & López, Á. (2017). Zonas con potencial agroturístico en la región citrícola de Nuevo León, México: un análisis a partir del álgebra de mapas. *Cuadernos de Turismo*, 39, 17–40. <https://doi.org/10.6018/turismo.39.290371>
- Aparicio, F. J. (1992). *Fundamentos de Hidrología de Superficie* (1a. ed.). LIMUSA S.A.
- Arela, R. W. (2014). *Manejo y Protección de Zonas de Recarga Hídrica y Fuentes de Agua Para Consumo Humano en la Microcuenca del Río Huayllani, Lampa*. Tesis Para Optar el Título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano.
- Aznar, J., & Guijarro, F. (2012). *Nuevos Métodos De Valoración Modelos Multicriterio* (2a ed.). Universidad Politécnica de Valencia. https://www.academia.edu/19702734/NUEVOS_MÉTODOS_DE_VALORACIÓN_MO DELOS_MULTICRITERIO
- Bueso, M. L. (2010). *Identificación y Carecterización de las Zonas con Mayor Potencial de Recarga Hídrica en las Subcuencas de los Ríos Tacó y Shusho, Municipio de Chiquimula*. (Informe de Investigación). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-CONCYT.
- Carrica, J. C., & Lexow, C. (2004). Evaluación de la Recarga Natural al Acuífero de la Cuenca Superior del Arroyo Napostá Grande, Provincia de Buenos Aires. *Revista de La Asociación Geológica Argentina*, 59 (2), 281–290. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-48222004000200011
- Chamorro, K. (2016). *Identificación y caracterización de las zonas de recarga hídrica mediante herramientas SIG de los acuíferos La Carbonería, Guaraczapas, Yuyucocha y Santa Clara para la protección de las fuentes de aprovisionamiento de agua en la zona urbana de Ibarra* [tesis Para la Obtención del Título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6920>
- Clausen, T. J. (2004). *Integrated water resources management (IWRM) and water efficiency plans by 2005: Why, what and how*. Global Water Partnership.

- <http://www.tnmckc.org/upload/document/bdp/2/2.7/GWP/TJC-0401.pdf>
- Congreso de la Republica (2009). *Ley N° 29338 “Ley de los Recursos Hídricos”*. Diario Oficial El Peruano. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-Nº-29338.pdf>
- De Moya, N. (1992). *El agua en el manejo de cuencas.El Colegio Verde - CORPONARIÑO-GTZ*.
- Donis, L. fernanda. (2015). *Identificación de Zonas de Recarga Hídrica en la Microcuenca del Río Negro, Ciudad de Guatemala* [Tesis Para Obtener el Título de Ingeniera Ambiental, Universidad Rafael Landívar]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/15/Donis-Luisa.pdf>
- Girimonte, P., & Garcia, J. (2020). El Índice NDVI Y La Clasificación De Áreas Sembradas Aprendizaje Automático No Supervisado “K-MEANS.” *Revista de Investigación En Modelos Matemáticos Aplicados a La Gestión y Economía, I*, 39–52. <https://www.economicas.uba.ar/wp-content/uploads/2016/04/Girimonte-Garcia-Fronti.pdf>
- Global Water Partnership. (2009). *Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas*. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UTP.15721/Description>
- Gobierno Regional de Ayacucho. (2012). *Desarrollo de Capacidades en Zonificación Ecológica Económica Ayacucho*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/zonificacion-ecologica-economica-ayacucho>
- Gutierrez, L. F. (2020). *Zonificación Agroecológica Del Duraznero, Usando Sistemas De Información Geográfica En El Distrito De San Pablo De Pillao, Huánuco* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4604>
- Martinez, J. C. (2020). *Elaboración de Mapas de Cobertura Vegetal y Uso Actual de Suelo Como Herramienta de Planificación Para la Conservación de los Recursos Hídricos en el Municipio de Arani*. Water For People. [org/wp-content/uploads/sites/2/2021/11/Mapas-de-Coberturas-para-Planificar-RRHH-en-Arani-Nota-Tecnica-Julio-2020.pdf](https://www.waterforpeople.org/wp-content/uploads/sites/2/2021/11/Mapas-de-Coberturas-para-Planificar-RRHH-en-Arani-Nota-Tecnica-Julio-2020.pdf)
- Matus, O., Faustino, J., & Jiménez, F. (2009). *Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica: Aplicación Práctica en la Subcuenca del Río Jucuapa*,

Nicaragua. CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8339>

- Ordoñez, J. J. (2011). *Ciclo hidrológico “Contribuyendo al Desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico.”* Sociedad Geográfica de Lima. https://www.academia.edu/11099629/_Contribuyendo_al_desarrollo_de_una_Cultura_de_l_Agua_y_la_Gestión_Integral_de_Recurso_Hídrico_CICLO_HIDROLÓGICO_CICLO_HIDROLÓGICO
- Ramírez, E., Sánchez, C., Enríquez, M. del R., & Guriérrez, M. del R. (2017). Identificación de sitios potenciales de recarga de acuíferos mediante uso de vehículos aéreos no tripulados en la Universidad del Mar campus Puerto Ángel. *Ciencia y Mar*, XXI(63), 13–18. https://www.researchgate.net/publication/328890053_Identificacion_de_sitios_potenciales_de_recarga_de_acuiferos_mediante_vehiculos_aereos_no_tripulados_en_la_UMAR
- REMURPE. (2013). Guía de la gestión integrada de los recursos hídricos para gobiernos locales. *Biblioteca Nacional Del Perú*, 53(9), 1–92. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-gestion-integrada-recursos-hidricos-gobiernos-locales>
- Ruíz, M. E., Orozco, M. E., Granados, R., & Álvarez, G. (2017). Cambio de Uso de Suelo e Índice de Vegetación de diferencia normalizada (NDVI), Subcuenca Del Río Salado ., *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*, 39–50.
- Umaña, E. (2002). *Manejo de Cuencas Hidrográficas y Protección de Fuentes de Agua*. https://www.academia.edu/4590973/actividades_tecnicas_para_el_manejo_de_cuencas
- Vásquez, A., Mejía, A., Faustino, J., Terán, R., Vásquez, I., Díaz, J., Vásquez, C., Castro, A., Tapia, M., & Alcántara, J. (2016). *Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas*. Editorial-UNALM.
- Villón, M. (2002). *Hidrología* (2da ed.). Editorial Villón.
- World Vision. (2004). *Manual de manejo de cuencas*.

ANEXOS

Anexo 1
PANEL FOTOGRÁFICO



Reunión con los comuneros de la comunidad campesina de Laupay, Previo al trabajo de campo.



Entrega de la Resolución Decanal N.º 100 – 2020 – FCA – D, al presidente de la comunidad campesina de Laupay.



Identificación del punto de muestreo.



Toma de muestra para posterior análisis en laboratorio.



Zonas con micro relieve moderadamente ondulado, con uso de suelo de terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.



Zonas con pendientes cóncavo, con cobertura vegetal de entre 50-70%, y sistemas agroforestales.



Característica muy común de la zona de estudio, pendientes escarpadas a muy fuertemente escarpadas, con cobertura vegetal moderada, y usos de suelo ligados mayormente al pastoreo de ganados.



Muestras de los puntos de análisis en campo, para posterior análisis físico en laboratorio.

Anexo 2

**FICHAS TECNICA DE CAMPO Y ANALISIS FISICO DEL
SUELO**

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	PL	FECHA:	28-04-2021
--------------------	----	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	582161
NORTE	:	5591117
COTA	:	3596

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Modestamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpa	45 - 65	Baja	2	
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	X

Observaciones:

relieve de la zona fuertemente escarpado

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA ALTURA DE TOMA DE MUESTRA:

25 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

existencia de grava en la muestra

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

mayormente cubierto por pastos nativos, arbustos y árboles de muy pequeños

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	X
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01
PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-02	FECHA:	28-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	582161
NORTE	:	8591917
COTA	:	3780

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpado	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

montañas escarpadas

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA
ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 30 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

muestra con grumos

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

pastos nativos

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-03	FECHA:	25-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACION:		
ESTE	:	582661
NORTE	:	8591917
COTA	:	3458

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpado	45 - 65	Baja	2	
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	X

Observaciones:

zona fuertemente escarpado, caídos profundos

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 25 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-04	FECHA:	28-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	582161
NORTE	:	859217
COTA	:	3966

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORRELIEVE

MICRORRELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpado	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

zona escarpada, pendientes muy pronunciadas

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA

ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 25 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	X
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

muestras con grava en poca cantidad

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-05	FECHA:	28-09-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	582661
NORTE	:	8592717
COTA	:	3804

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Modestamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	X
Escarpa	45 - 65	Baja	2	
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

relieves cóncavos con pendientes de 15-45%

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA ALTURA DE TOMA DE MUESTRA:

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

pastos nativos, árboles

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	X
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-06	FECHA:	28-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	583161
NORTE	:	8592312
COTA	:	4032

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORRELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Modestamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpado	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

terrenos con pendientes relativamente pronunciadas

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 35 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

p2512261

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-07	FECHA:	28-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	583661
NORTE	:	8592317
COTA	:	4063

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpado	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

pendiente cercana

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA

ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 30 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	X

Observaciones:

Suelos fangosos, con coloración oscura

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

pastizales para equinos

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-08	FECHA:	28-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	581661
NORTE	:	8593517
COTA	:	4045

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpa	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

pendientes cóncavos con escurlos leños

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA

ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 30 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

muestra con presencia de grava

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

pastizales naturales, pastoreo

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

parcelas para pastoreo de animales

FICHA TÉCNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-09	FECHA:	23-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	562121
NORTE	:	8593517
COTA	:	3897

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpa	45 - 65	Baja	2	
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	X

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 20 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	X
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

cultivos y pastos cercanos

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	X

Observaciones:

chacras cerca a pueblo generalmente cultivos no papa

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-10	FECHA:	28-09-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	582641
NORTE	:	8593517
COTA	:	3899

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORRELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	X
Escarpado	45 - 65	Baja	2	
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

Terreno ondulado, cerca a pueblo

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 20 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	X
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	X
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

Cultivos de papa nativa forma ancestral

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-11	FECHA:	29-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	583161
NORTE	:	8593517
COTA	:	4063

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpado	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA

ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 25 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

pinos en crecimiento

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

existencia de pinos en crecimiento, pastizales

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-12	FECHA:	29-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	58 3661
NORTE	:	8593517
COTA	:	4011

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpado	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA

ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 25 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	X
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

faltivos y pastizales

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	X
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

cultivos de papa nativa

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-13	FECHA:	24-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	584161
NORTE	:	8593512
COTA	:	4221

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpado	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA
ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 25 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

pastizales

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

ganadería - cerca a establos

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-14	FECHA:	29-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	584661
NORTE	:	8593517
COTA	:	4293

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORRELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	✓
Escarpado	45 - 65	Baja	2	
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

zonas onduladas

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA ALTURA DE TOMA DE MUESTRA:

30 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	✓
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	✓
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

pastizales

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	✓
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

zonas dedicadas para comida de animales

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-13	FECHA:	29-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	585161
NORTE	:	8593517
COTA	:	4366

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpa	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

zonas escarpadas con caídas poco profundas

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA

ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 30 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

pastizales

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

potreros de ganado

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-16	FECHA:	20-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	581661
NORTE	:	8594317
COTA	:	3989

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	X
Escarpado	45 - 65	Baja	2	
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 30 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	X
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

pastizales en su mayoría

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

echadero de ganado

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	0-17	FECHA:	30-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	582161
NORTE	:	8594317
COTA	:	4011

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORRELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpado	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 25 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2	X
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

cultivo de papa nativa y oca

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-18	FECHA:	30-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	582661
NORTE	:	8394312
COTA	:	4139

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Modestamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpado	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA

ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 25 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamizos de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

22.5-22.5

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

zona de echadero para animales

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-19	FECHA:	30-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	582161
NORTE	:	8594312
COTA	:	4332

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Modestamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	X
Escarpado	45 - 65	Baja	2	
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA

ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 30 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

pas. 1.22.43

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

echadero de ganado

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO: P-20 FECHA: 29-09-2021

UBICACIÓN:		
ESTE	:	<u>583661</u>
NORTE	:	<u>8594312</u>
COTA	:	<u>4164</u>

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 5	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpa	45 - 65	Baja	2	<u>X</u>
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA

ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 25 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	<u>X</u>
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	<u>X</u>
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	<u>X</u>
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

cultivo de papa nativa y oca en parcelas pequeñas

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-21	FECHA:	29-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	584161
NORTE	:	8594317
COTA	:	4274

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Modestamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpa	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 30 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

pastizales

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

chavero de pimientos

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P - 22	FECHA:	29 - 04 - 2021
--------------------	--------	--------	----------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	584661
NORTE	:	8594312
COTA	:	4253

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORRELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 5	Muy alta	5	
Modestamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpado	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

valdes poco pronunciados

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA

ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 30 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	X
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	X
50 - 70	Moderada	3	
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

presencia abundante de ichu, pastos y pinos (reforestación)

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

zona de reforestación con pino

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P - 23	FECHA:	29-04-2021
--------------------	--------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	585161
NORTE	:	8594317
COTA	:	4221

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpa	45 - 65	Baja	2	
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	X

Observaciones:

zonas fuertemente escarpado "pared de roca"

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA

ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 25 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

loma - cerca laguna

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

orchadero

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-24	FECHA:	29-09-2024
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:	
ESTE	: 585661
NORTE	: 8594317
COTA	: 4472

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 5	Muy alta	5	
Modestamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	
Escarpado	45 - 65	Baja	2	X
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA

ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 30 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

echadero de animales

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-25	FECHA:	30-04-2022
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	582161
NORTE	:	8595117
COTA	:	4909

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORRELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	X
Escarpado	45 - 65	Baja	2	
Puertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 30 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos u arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos francos limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

partes abunda ichu por grupos

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

echado

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-26	FECHA:	30-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	582661
NORTE	:	8595117
COTA	:	4123

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORRELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	X
Escarpado	45 - 65	Baja	2	
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 35 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

presencia de chu

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:

chaderos y zonas cercanas de reforestación

FICHA TECNICA DE CAMPO N° 01

PONDERACION DE PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HIDRICA

PUNTO DE MUESTREO:	P-22	FECHA:	30-04-2021
--------------------	------	--------	------------

UBICACIÓN:		
ESTE	:	58 3161
NORTE	:	859 5117
COTA	:	4310

1. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORELIEVE

MICRORELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5	
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 - 15	Alta	4	
Ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3	X
Escarpado	45 - 65	Baja	2	
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1	

Observaciones:

2. PONDERACION DE LA CAPACIDAD DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO SEGÚN SU TEXTURA

ALTURA DE TOMA DE MUESTRA: 20 cm

TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5	X
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4	
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3	
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2	
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1	

Observaciones:

3. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL

Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
> 80	Muy alta	5	
70 - 80	Alta	4	
50 - 70	Moderada	3	X
30 - 50	Baja	2	
< 30	Muy baja	1	

Observaciones:

4. PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA HIDRICA SEGÚN EL USO DEL SUELO

USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION	X
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4	X
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2	
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1	

Observaciones:



MULTISERVICIOS AGROLAB

INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:

- EVALUACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS. - INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA.
- USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS. - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- AGRICULTURA SUSTENTABLE.

ANÁLISIS FÍSICO DE SUELOS

1350620

SOLICITANTE: Sr. Paul Eliades Rivas Ozejo

PROYECTO: Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco Santillana, Huanta, Ayacucho-2020

REGIÓN: Ayacucho

PROVINCIA: Huanta

DISTRITO: Santillana

FECHA DE INGRESO: 02-05-21

FECHA DE RESULTADOS: 12-05-21

N° Lab.	Cod. Campo	Arena	Limo	Arcilla	Clase textural
		%			
AS 10550	P-01*	56	20	24	Fr.Ar.A.
AS 10551	P-02*	64	28	8	Fr.A.
AS 10552	P-03	58	18	24	Fr.Ar.A.
AS 10553	P-04*	42	28	30	Fr.Ar.
AS 10554	P-05	60	16	24	Fr.Ar.A.
AS 10555	P-06	56	28	16	Fr.A.
AS 10556	P-07**	37	12	51	Ar.
AS 10557	P-08*	55	23	22	Fr.Ar.A.
AS 10558	P-09	39	36	25	Fr.
AS 10559	P-10	33	31	36	Fr.Ar.
AS 10560	P-11*	59	21	20	Fr.A.
AS 10561	P-12	47	35	18	Fr.
AS 10562	P-13	57	31	12	Fr.A.
AS 10563	P-14	65	27	8	Fr.A.

*Graviloso

**Gravoso

Fr.Ar.A. (Franco arcillo arenoso); Fr.A. (Franco arenoso); Fr.Ar. (Franco arcilloso), Fr (Franco)


Ph. D. MARILENI CERDA GÓMEZ
Responsable de Laboratorio

Urb. Mariscal Cáceres Mz. "G-12" - Ayacucho / ☎(066) 312049 - 📞966938028 - 966631889

📞 982781298 ✉ agrolab01@yahoo.es - agrolab107@gmail.com



MULTISERVICIOS AGROLAB

INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:

- EVALUACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS. - INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA.
- USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS. - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- AGRICULTURA SUSTENTABLE.

ANÁLISIS FÍSICO DE SUELOS

1350621

SOLICITANTE: Sr. Paul Eliades Rivas Ozejo

PROYECTO: Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuayeco Santillana, Huanta, Ayacucho-2020

REGIÓN: Ayacucho

PROVINCIA: Huanta

DISTRITO: Santillana

FECHA DE INGRESO: 02-05-21

FECHA DE RESULTADOS: 12-05-21

N° Lab.	Cod. Campo	Arena	Limo	Arcilla	Clase textural
		%			
AS 10564	P-15*	55	33	12	Fr.A.
AS 10565	P-16*	41	33	26	Fr.
AS 10566	P-17*	61	25	14	Fr.A.
AS 10567	P-18	65	23	12	Fr.A.
AS 10568	P-19	65	25	10	Fr.A.
AS 10569	P-20*	61	31	8	Fr.A.
AS 10570	P-21	66	28	6	Fr.A.
AS 10571	P-22	48	34	18	Fr.
AS 10572	P-23	70	22	8	Fr.A.
AS 10573	P-24	54	30	16	Fr.A.
AS 10574	P-25	72	20	8	Fr.A.
AS 10575	P-26	73	19	8	Fr.A.
AS 10576	P-27	70	20	10	Fr.A.

*Graviloso

**Gravoso

Fr.Ar.A. (Franco arcillo arenoso); Fr.A. (Franco arenoso); Fr.Ar. (Franco arcilloso), Fr (Franco)


Ph. B. MARILENI CERDA GÓMEZ
Responsable de Laboratorio

Anexo 3

**RESUMEN DE EVALUACION POR CADA PUNTO DE
MUESTREO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TESIS : "Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco - Santillana 2020"

RESPONSABLE : Bach. Paul Eliades Rivas Ozejo

PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE PENDIENTE Y MICRORRELIEVE			
MICRORRELIEVE	PENDIENTE (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION
Plano casi plano, con o sin rugosidad	0 – 6	Muy alta	5
Moderadamente ondulado o cóncavo	6 – 15	Alta	4
Ondulado/cóncavo	15 – 45	Moderada	3
Escarpado	45 – 65	Baja	2
Fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1

RESULTADOS OBTENIDOS EN CAMPO			
PUNTO DE MUESTREO	MICRORRELIEVE	PENDIENTE	PONDERACION
P1	Fuertemente escarpado	> 65	1
P2	Escarpado	45 – 65	2
P3	Fuertemente escarpado	> 65	1
P4	Escarpado	45 – 65	2
P5	Ondulado/cóncavo	15 – 45	3
P6	Escarpado	45 – 65	2
P7	Escarpado	45 – 65	2
P8	Escarpado	45 – 65	2
P9	Fuertemente escarpado	> 65	1
P10	Ondulado/cóncavo	15 – 45	3
P11	Escarpado	45 – 65	2
P12	Escarpado	45 – 65	2
P13	Escarpado	45 – 65	2

P14	Ondulado/cóncavo	15 – 45	3
P15	Escarpado	45 – 65	2
P16	Ondulado/cóncavo	15 – 45	3
P17	Escarpado	45 – 65	2
P18	Escarpado	45 – 65	2
P19	Ondulado/cóncavo	15 – 45	3
P20	Escarpado	45 – 65	2
P21	Escarpado	45 – 65	2
P22	Escarpado	45 – 65	2
P23	Fuertemente escarpado	> 65	1
P24	Escarpado	45 – 65	2
P25	Ondulado/cóncavo	15 – 45	3
P26	Ondulado/cóncavo	15 – 45	3
P27	Ondulado/cóncavo	15 – 45	3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TESIS : "Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco - Santillana 2020"

RESPONSABLE : Bach. Paul Eliades Rivas Ozejo

PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE SUELO		
TEXTURA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION
Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	Muy alta	5
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	Alta	4
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	Moderada	3
Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	Baja	2
Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	Muy baja	1

RESULTADOS OBTENIDOS EN CAMPO		
PUNTO DE MUESTREO	TEXTURA	PONDERACION
P1	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P2	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P3	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P4	Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	2
P5	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P6	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P7	Suelos arcillosos, muy pesados con partículas muy finas, compactados.	1
P8	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P9	Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	4

P10	Suelos francos arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados con muestra de compactación.	2
P11	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P12	Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas.	3
P13	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P14	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P15	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P16	Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	4
P17	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P18	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P19	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P20	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P21	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P22	Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla.	4
P23	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P24	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P25	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P26	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5
P27	Suelos Franco arenosos a arenosos, con tamaños de agregados o partículas de gruesos a medianos.	5

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TESIS : "Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco - Santillana 2020"

RESPONSABLE : Bach. Paul Eliades Rivas Ozejo

PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL TIPO DE ROCA		
LITOLOGIA	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION
Interconectados; por ejemplo, arena gruesa, piedra pómez, grava o cascajo. Rocas muy permeables, muy suaves, constituidas por cristales o agregados gruesos, con macroporos. ejemplo, arena gruesa, piedra pómez, grava o cascajo.	Muy alta	5
Rocas permeables, suaves, constituidas por cristales o agregados medianos, con poros interconectados; por ejemplo, arena fina o arenisca con poca cementación.	Alta	4
Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	Moderada	3
Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, con presencia de fracturas interconectadas; por ejemplo, la combinación de gravas con arcillas.	Baja	2
Rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas.	Muy baja	1

Resultados Obtenidos en Campo		
PUNTO DE MUESTREO	LITOLOGIA	PONDERACION
P1	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P2	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P3	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P4	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P5	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P6	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P7	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P8	Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas	2
P9	Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas	2
P10	Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas	2

P11	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P12	Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas	2
P13	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P14	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P15	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P16	Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas	2
P17	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P18	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P19	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P20	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P21	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P22	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P23	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P24	Rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas.	1
P25	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P26	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3
P27	Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TESIS : "Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la
microcuenca del río Laupayhuaycco - Santillana 2020"
RESPONSABLE : Bach. Paul Eliades Rivas Ozejo

PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN LA COBERTURA VEGETAL		
Cobertura Vegetal (%)	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION
> 80	Muy alta	5
70 – 80	Alta	4
50 – 70	Moderada	3
30 – 50	Baja	2
< 30	Muy baja	1

RESULTADOS OBTENIDOS EN CAMPO		
PUNTO DE MUESTREO	Cobertura Vegetal (%)	PONDERACION
P1	50 – 70	3
P2	50 – 70	3
P3	50 – 70	3
P4	50 – 70	3
P5	50 – 70	3
P6	50 – 70	3
P7	50 – 70	3
P8	50 – 70	3
P9	50 – 70	3
P10	50 – 70	3
P11	50 – 70	3
P12	50 – 70	3
P13	50 – 70	3
P14	50 – 70	3
P15	50 – 70	3
P16	50 – 70	3
P17	50 – 70	3
P18	50 – 70	3
P19	50 – 70	3
P20	50 – 70	3

RESULTADOS OBTENIDOS EN CAMPO		
PUNTO DE MUESTREO	Cobertura Vegetal (%)	PONDERACION
P21	50 – 70	3
P22	70 – 80	4
P23	50 – 70	3
P24	50 – 70	3
P25	50 – 70	3
P26	50 – 70	3
P27	50 – 70	3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TESIS : "Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la
microcuenca del río Laupayhuaycco - Santillana 2020"
RESPONSABLE : Bach. Paul Eliades Rivas Ozejo

PONDERACION DE LA POSIBILIDAD DE RECARGA SEGÚN EL USO DE SUELO		
USO DEL SUELO	POSIBILIDAD DE RECARGA	PONDERACION
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	Muy alta	5
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	Alta	4
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	Moderada	3
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1

RESULTADOS OBTENIDOS EN CAMPO		
PUNTO DE MUESTREO	Cobertura Vegetal (%)	PONDERACION
P1	Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	5
P2	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P3	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P4	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P5	Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	5
P6	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P7	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P8	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P9	Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	1
P10	Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	3
P11	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4

RESULTADOS OBTENIDOS EN CAMPO		
PUNTO DE MUESTREO	Cobertura Vegetal (%)	PONDERACION
P12	Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	2
P13	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P14	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P15	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P16	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P17	Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	2
P18	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P19	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P20	Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	3
P21	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P22	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P23	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P24	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P25	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P26	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4
P27	Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4

Anexo 4

DETERMINACION DE LA ECUACION PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALES DE RECARGA HÍDRICA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TESIS : "Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco - Santillana 2020"
RESPONSABLE : Bach. Paul Eliades Rivas Ozejo

PROCESO ANALITICO JERARQUICO

$$ZR = f(Pend, Ts, Tr, Cve, Us, etc.)$$

$$ZRH = [0.52(Pend) + 0.21(Ts) + 0.11(Tr) + 0.10(Cve) + 0.06(Us)]$$

CRITERIOS	PENDIENTE	TIPO SUELO	TIPO DE ROCA	COBERTURA VEGETAL	USO DE SUELO
PENDIENTE	1	4	5	5	7
TIPO SUELO	1/4	1	3	3	3
TIPO DE ROCA	1/5	1/3	1	2	2
COBERTURA VEGETAL	1/5	1/3	1/2	1	3
USO DE SUELO	1/7	1/3	1/2	1/3	1
SUMA	1.79	6.00	10.00	11.33	16.00

Cálculo De La Ponderación De Variables (c_1, c_2, c_3, c_4, c_5)

MATRIZ NORMALIZADA					PONDERACION DE VARIABLES
0.56	0.67	0.50	0.44	0.44	0.52
0.14	0.17	0.30	0.26	0.19	0.21
0.11	0.06	0.10	0.18	0.13	0.11
0.11	0.06	0.05	0.09	0.19	0.10
0.08	0.06	0.05	0.03	0.06	0.06
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

PONDERADOS PARA LAS VARIABLES	
c_1	= 0.52
c_2	= 0.21
c_3	= 0.11
c_4	= 0.10
c_5	= 0.06

CALCULO DE LA RELACION DE CONSISTENCIA

$$A * P = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 5 & 5 & 7 \\ 1/4 & 1 & 3 & 3 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 2 & 2 \\ 1/5 & 1/3 & 1/2 & 1 & 3 \\ 1/7 & 1/3 & 1/2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 0.52 \\ 0.21 \\ 0.11 \\ 0.10 \\ 0.06 \end{bmatrix}$$

A*P
2.82
1.14
0.60
0.50
0.29
5.34

Por lo tanto

$$\underline{nmax = 5.34}$$

- Índice de Consistencia

$$CI = \frac{nmax - n}{n - 1}$$

Donde:

n: número de variables

$$\therefore CI = \frac{5.34 - 5}{5 - 1} = 0.08613$$

- Consistencia Aleatoria

$$RI = \frac{1.98 * (n - 2)}{n}$$

Donde:

n: número de variables

$$\therefore RI = \frac{1.98 * (5 - 2)}{5} = 1.188$$

- Relación de Consistencia

$$RC = \frac{CI}{RI}$$

Donde:

n: número de variables

$$\therefore CI = \frac{0.08613}{1.188} = 0.072 = 7.2\%$$

para cinco variables en estudio la RELACIÓN DE CONSISTENCIA, tiene que ser menor a 10%, por lo tanto, las ponderaciones se aceptan.

ECUACION PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALES DE RECARGA HÍDRICA

$$ZRH = [0.52(Pend) + 0.21(Ts) + 0.11(Tr) + 0.10(Cve) + 0.06(Us)]$$

Anexo 5

EVALUACION DE CADA VARIABLE Y POSIBILIDAD DE RECARGA HÍDRICA POR PUNTO DE MUESTREO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TESIS : "Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco - Santillana 2020"

RESPONSABLE : Bach. Paul Eliades Rivas Ozejo

EVALUACION DE CADA VARIABLE Y SU POSIBILIDAD DE RECARGA POR CADA PUNTO DE MUESTREO

$$ZR = [0.52(Pend) + 0.21(Ts) + 0.11(Tr) + 0.10(Cve) + 0.06(Us)] \dots (i)$$

EVALUACION DE CADA VARIABLE Y SU POSIBILIDAD DE RECARGA POR CADA PUNTO DE MUESTREO							
PUNTO DE MUESTREO	VARIABLES EVALUADAS					SUMATORIA	POSIBILIDAD DE RECARGA
	PENDIENTE	TIPO DE SUELO	TIPO DE ROCA	COVERTURA VEGETAL	USO DE SUELO		
P1	0.52	1.05	0.33	0.3	0.3	2.5	BAJA
P2	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P3	0.52	1.05	0.33	0.3	0.24	2.44	BAJA
P4	1.04	0.42	0.33	0.3	0.24	2.33	BAJA
P5	1.56	1.05	0.33	0.3	0.3	3.54	ALTA
P6	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P7	1.04	0.21	0.33	0.3	0.24	2.12	BAJA

P8	1.04	1.05	0.22	0.3	0.24	2.85	MODERADA
P9	0.52	0.84	0.22	0.3	0.06	1.94	MUY BAJA
P10	1.56	0.42	0.22	0.3	0.18	2.68	MODERADA
P11	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P12	1.04	0.63	0.22	0.3	0.12	2.31	BAJA
P13	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P14	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA
P15	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P16	1.56	0.84	0.22	0.3	0.24	3.16	MODERADA
P17	1.04	1.05	0.33	0.3	0.12	2.84	MODERADA
P18	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P19	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA
P20	1.04	1.05	0.33	0.3	0.18	2.9	MODERADA
P21	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P22	1.04	0.84	0.33	0.4	0.24	2.85	MODERADA
P23	0.52	1.05	0.33	0.3	0.24	2.44	BAJA
P24	1.04	1.05	0.11	0.3	0.24	2.74	MODERADA
P25	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA
P26	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA
P27	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA

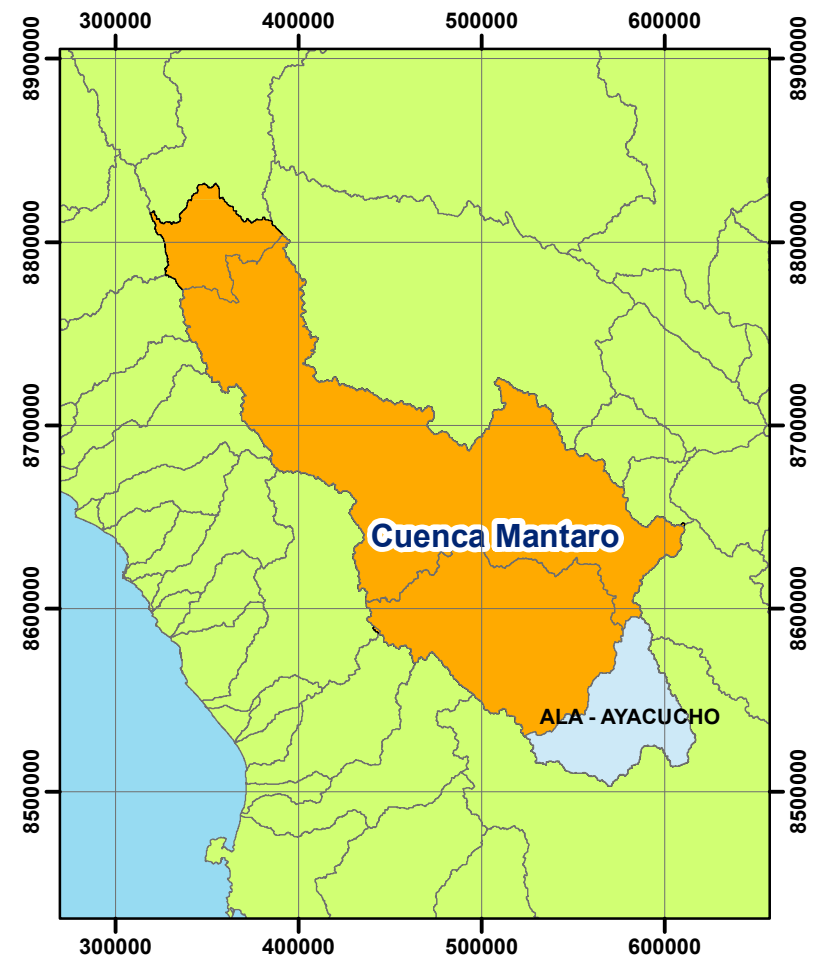
Anexo 6

**MAPAS DE IDENTIFICACIÓN POTENCIAL DE RECARGA
HIDIRCA**

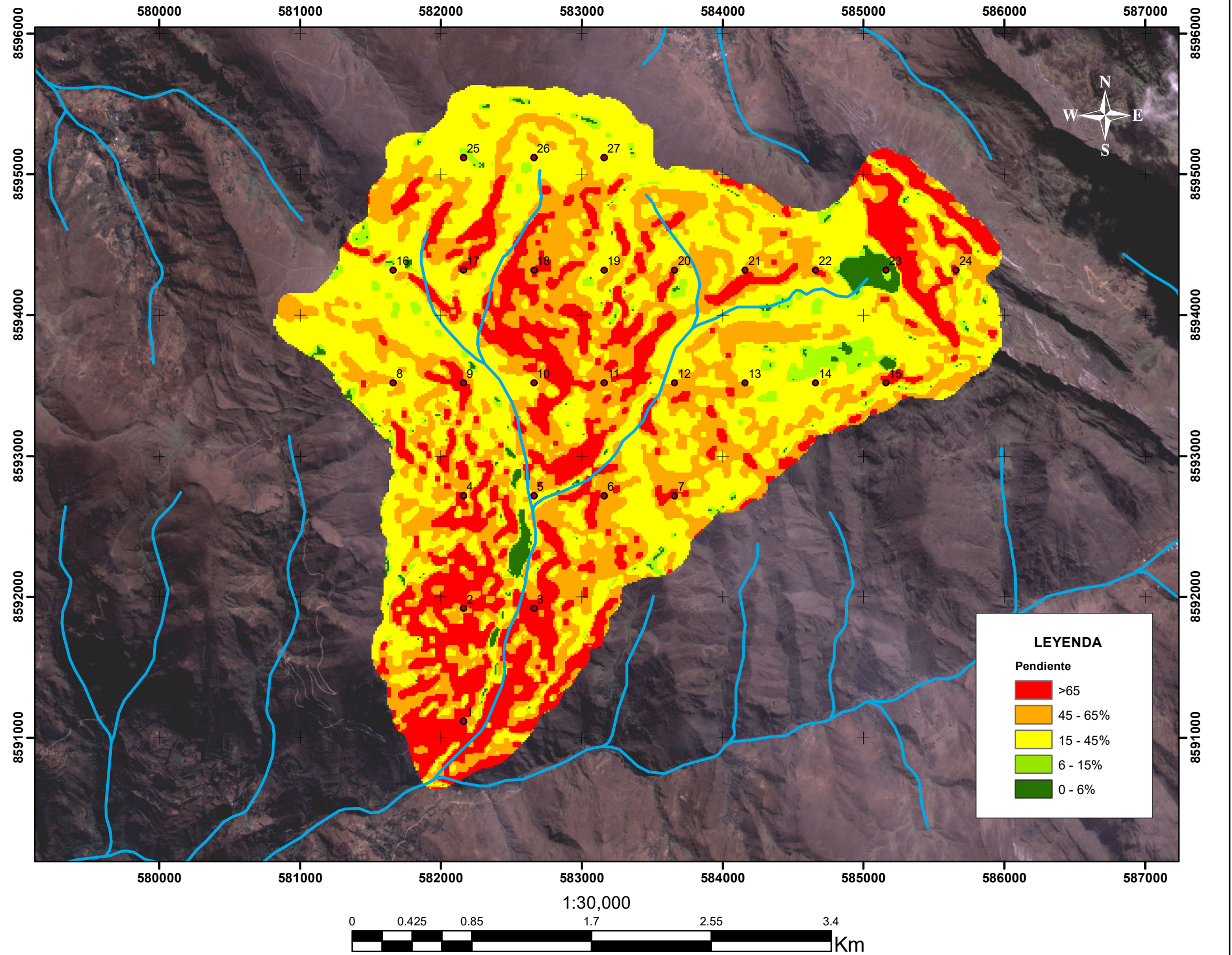
UNIDAD HIDROGRÁFICA



UNIDAD HIDROGRÁFICA - MANTARO



POTENCIAL DE RECARGA HIDRICA SEGUN LA PENDIENTE EN LA MICROCUENCA LAUPAYHUAYCCO



Distribución de Áreas Según el Potencial de Recarga Hídrica, En Función a la Pendiente En La Microcuenca Laupayhuaycco

PENDIENTE (%)	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA	AREA (%)
0 - 6	5	Muy alta	0.19	1.60
6 - 15	4	Alta	0.32	2.65
15 - 45	3	Moderada	5.27	43.73
45 - 65	2	Baja	3.75	31.13
> 65	1	Muy baja	2.52	20.89
TOTAL			12.04	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica En La microcuenca del rio Laupayhuaycco - Santillana, Huanta, Ayacucho-2020

PLANO : MAPA DE POTENCIAL DE RECARGA HÍDRICA SEGÚN LA PENDIENTE

RESPONSABLE : Bach. RIVAS OZEJO, Paul Eliades

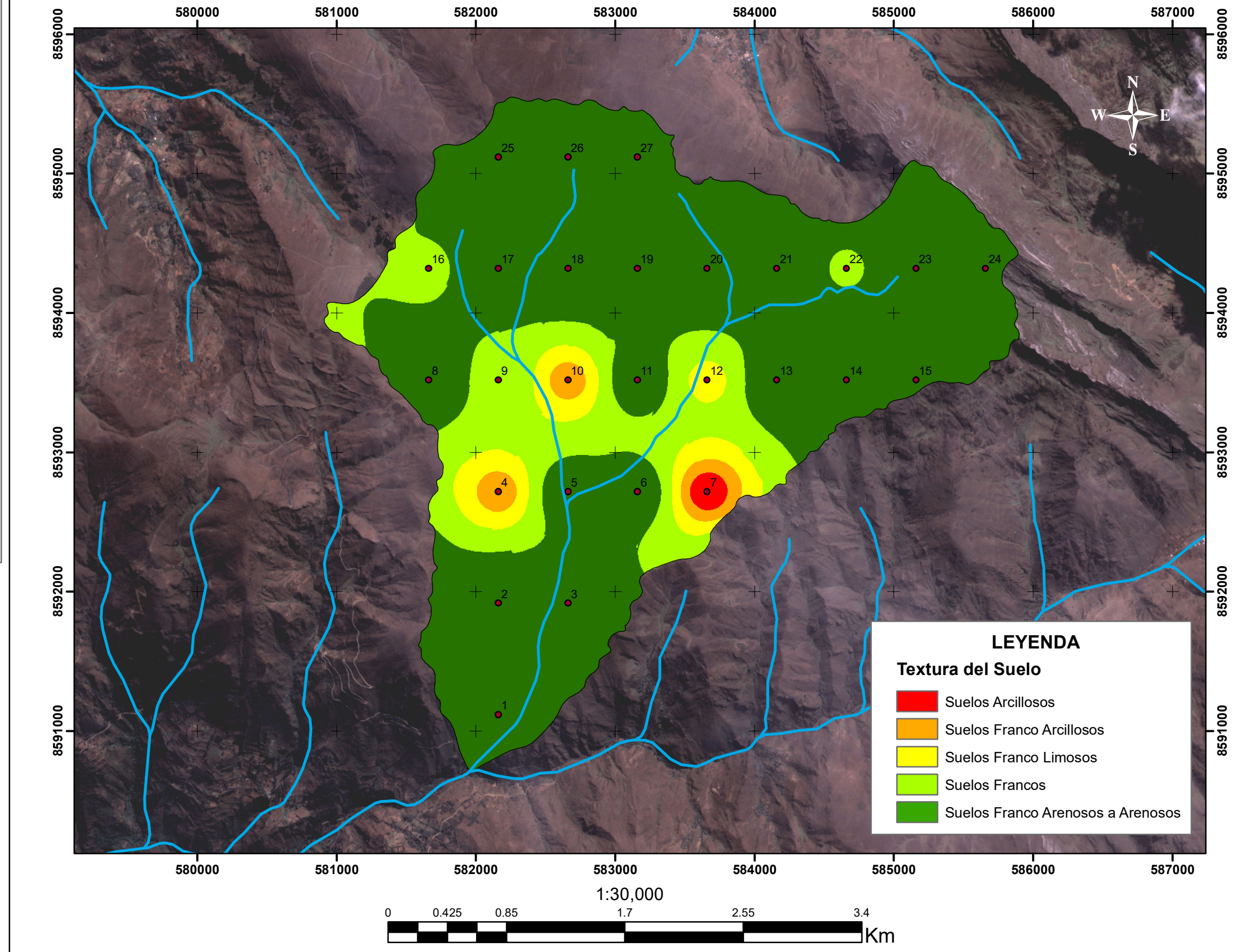
ESCALA : Indicada FECHA : 2023

Lámina: 01

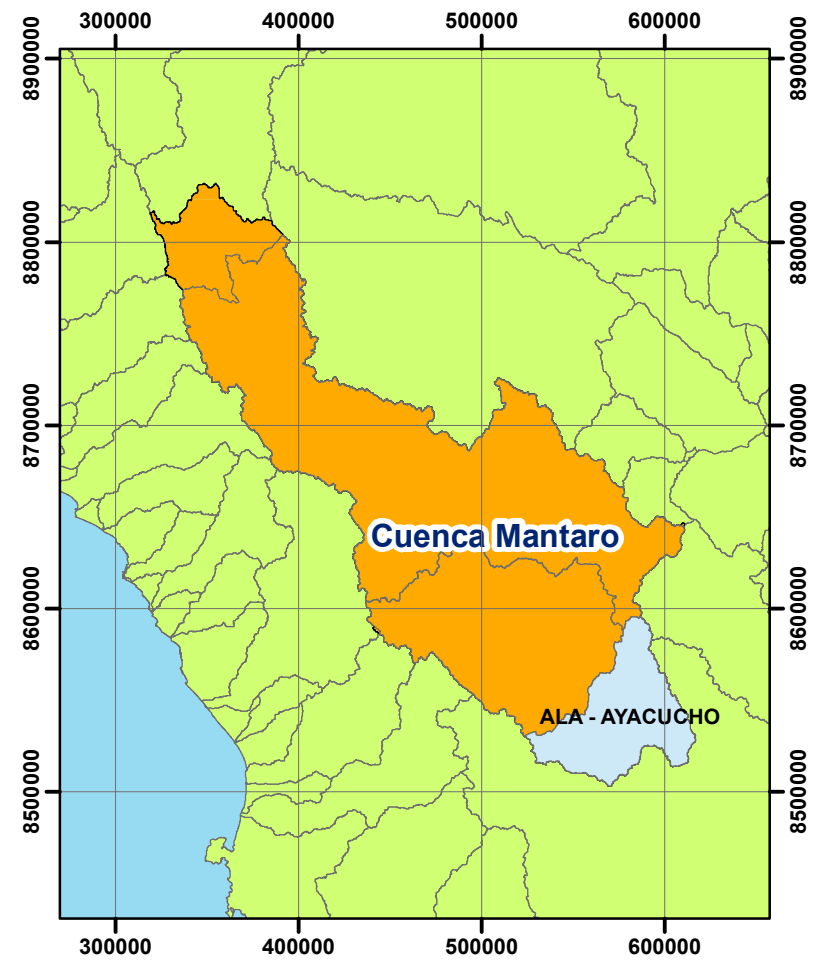
UNIDAD HIDROGRÁFICA



POTENCIAL DE RECARGA HIDRICA SEGUN EL TIPO DE SUELO EN LA MICROCUENCA LAUPAYHUAYCCO



UNIDAD HIDROGRÁFICA - MANTARO



Distribución de Áreas Según el Potencial de Recarga Hídrica, En Función al tipo de suelo En La Microcuenca Laupayhuaycco

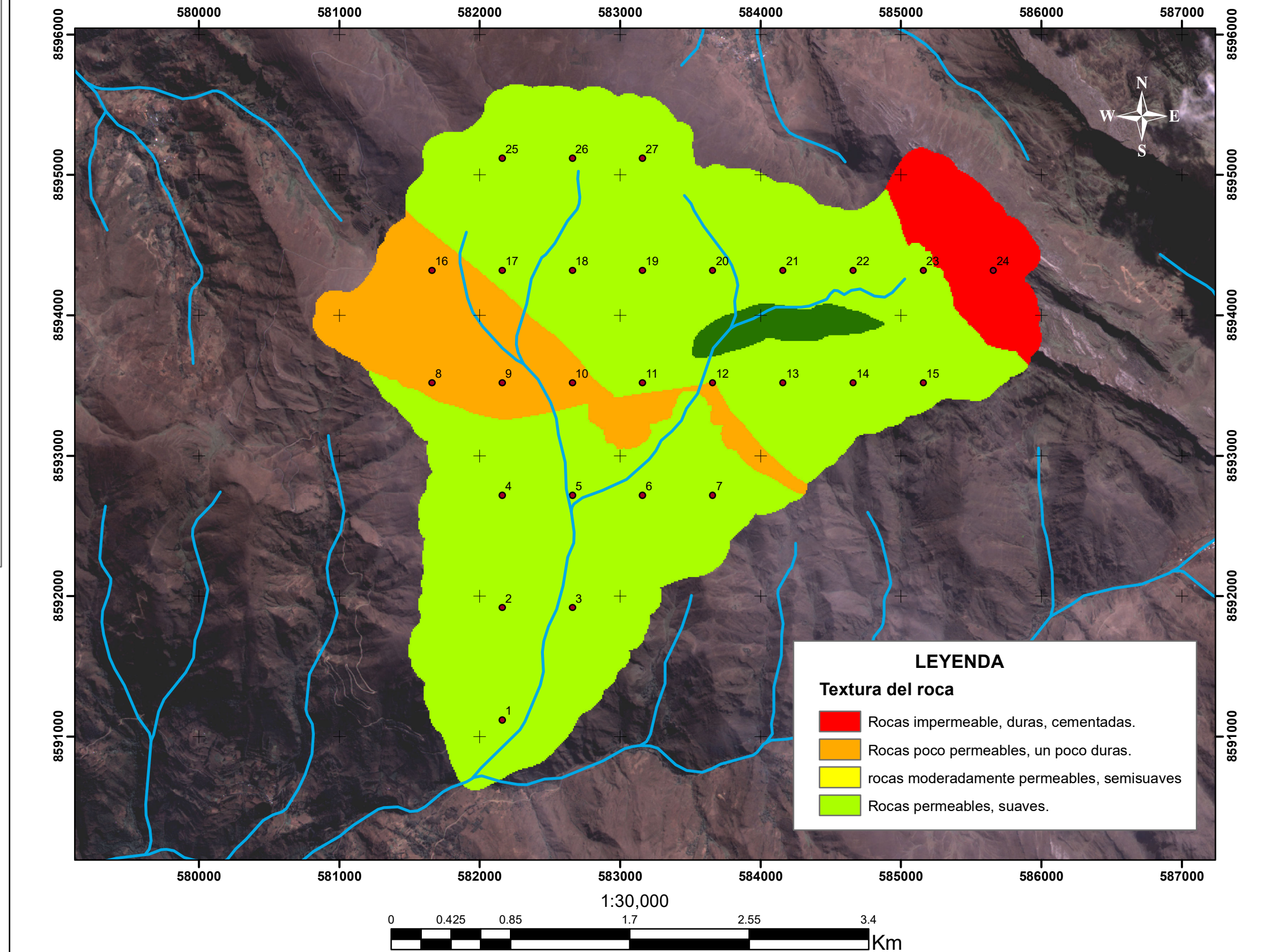
TEXTURA (%)	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA	AREA (%)
Suelos Franco arenosos a arenosos	5	Muy alta	9.03	74.95
Suelos francos	4	Alta	2.17	18.02
Suelos franco limosos	3	Moderada	0.57	4.74
Suelos franco arcillosos	2	Baja	0.22	1.81
Suelos arcillosos	1	Muy baja	0.06	0.49
TOTAL			12.04	100.00

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		
	Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica En La microcuenca del rio Laupayhuaycco-Santillana, Huanta, Ayacucho-2020		
PLANO	: MAPA DE POTENCIAL DE RECARGA HÍDRICA SEGÚN EL TIPO DE SUELO		
RESPONSABLE	: Bach. RIVAS OZEJO, Paul Eliades		Lámina:
ESCALA	: Indicada	FECHA	: 2023
			02

UNIDAD HIDROGRÁFICA



POTENCIAL DE RECARGA HIDRICA SEGUN EL TIPO DE ROCA EN LA MICROCUENCA LAUPAYHUAYCCO

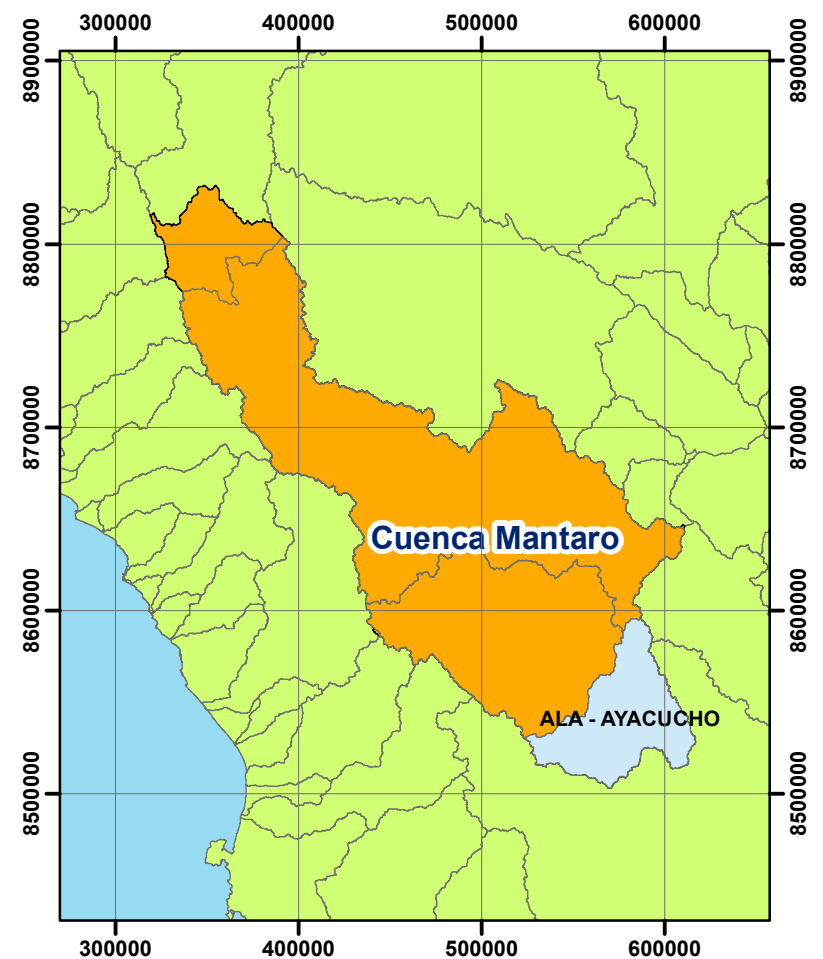


LEYENDA

Textura del roca

- Rocas impermeable, duras, cementadas.
- Rocas poco permeables, un poco duras.
- rocas moderadamente permeables, semisuaves
- Rocas permeables, suaves.

UNIDAD HIDROGRÁFICA - MANTARO



Distribución de Áreas Según el Potencial de Recarga Hídrica, En Función al tipo de roca En La Microcuenca Laupayhuaycco

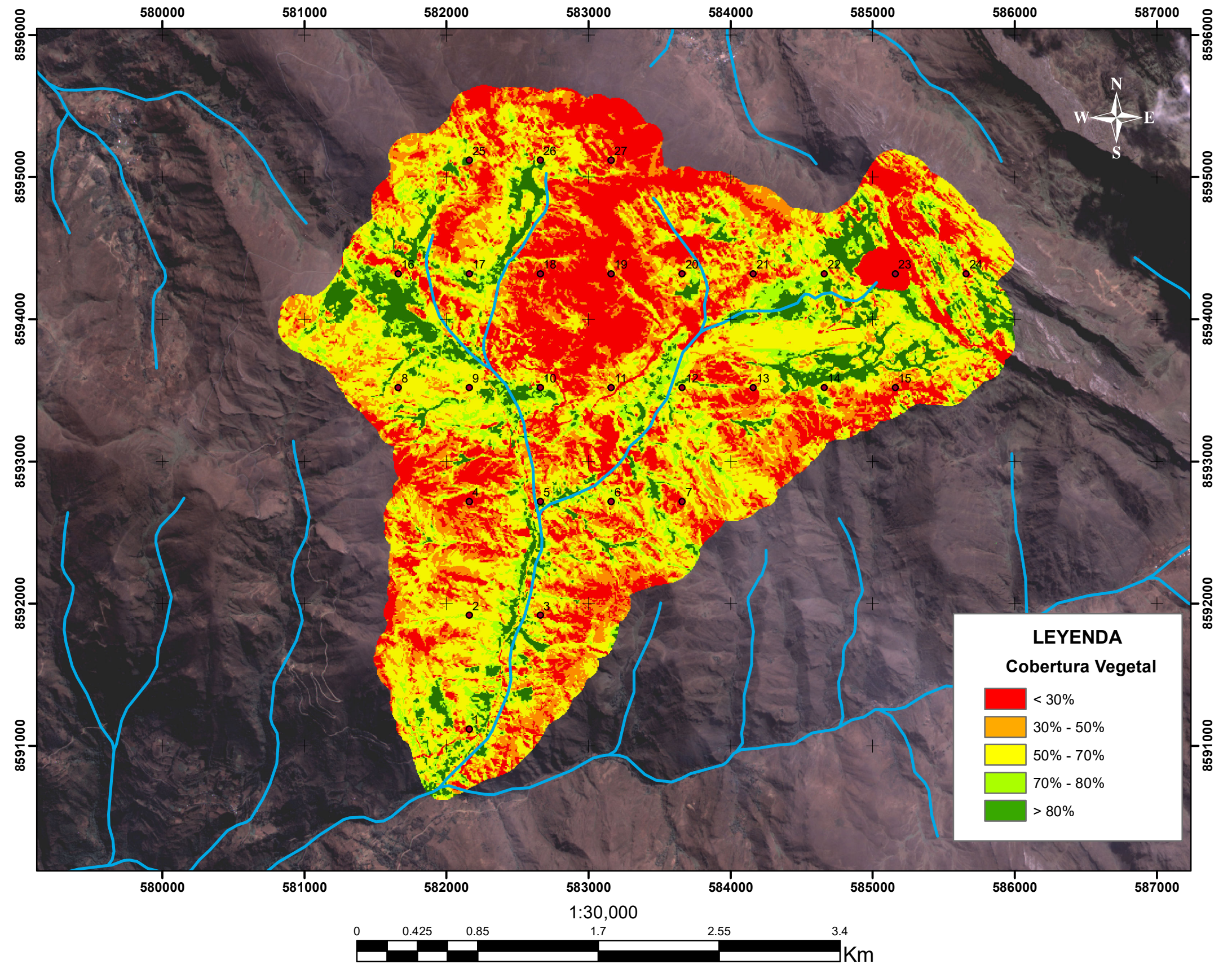
LITOLOGIA	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA	AREA (%)
Interconectados; por ejemplo, arena gruesa, piedra pómez, grava o cascajo. Rocas muy permeables, muy suaves, constituidas por cristales o agregados gruesos, con microporos. ejemplo, arena gruesa, piedra pómez, grava o cascajo.	5	Muy alta	0.00	0.00
Rocas permeables, suaves, constituidas por cristales o agregados medianos, con poros interconectados; por ejemplo, arena fina o arenisca con poca cementación.	4	Alta	0.30	2.49
Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3	Moderada	9.36	77.68
Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, con presencia de fracturas interconectadas; por ejemplo, la combinación de gravas con arcillas.	2	Baja	1.73	14.33
Rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas.	1	Muy baja	0.66	5.50
TOTAL			12.04	100.00

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		
	Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica En La microcuenca del rio Laupayhuaycco- Santillana, Huanta, Ayacucho-2020		
PLANO : MAPA DE POTENCIAL DE RECARGA HÍDRICA SEGÚN EL TIPO DE ROCA			
RESPONSABLE : Bach. RIVAS OZEJO, Paul Eliades			
ESCALA :	Indicada	FECHA :	2023
			Lámina: 03

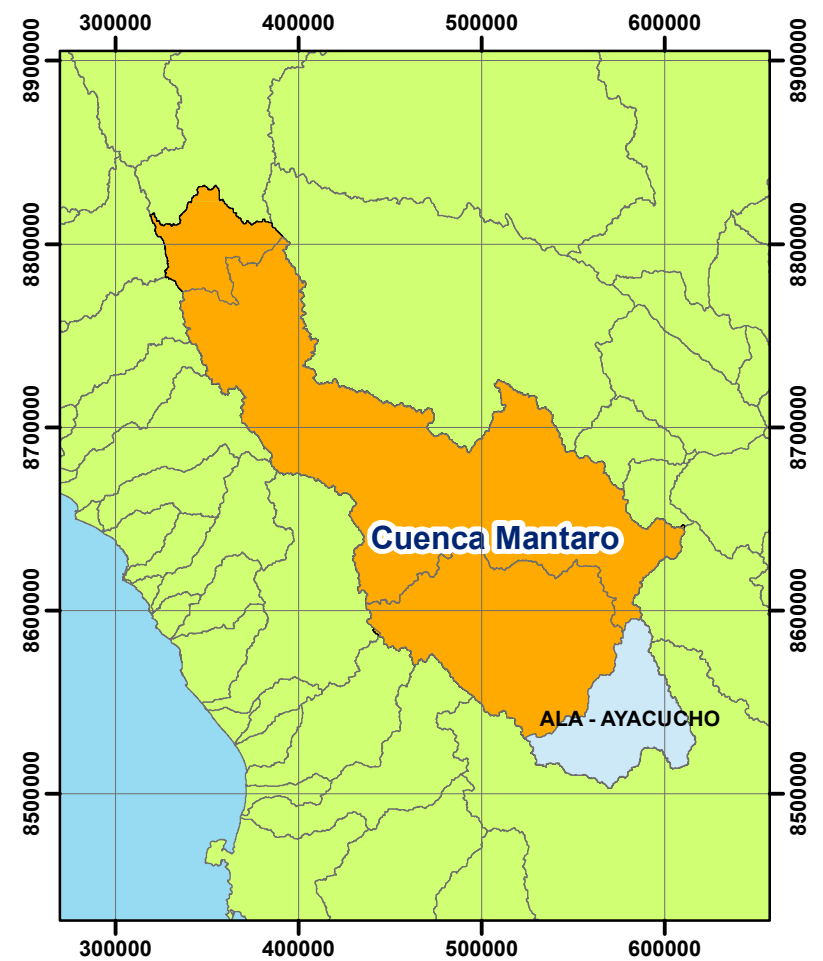
UNIDAD HIDROGRÁFICA



POTENCIAL DE RECARGA HIDRICA SEGUN LA COBERTURA VEGETAL EN LA MICROCUENCA LAUPAYHUAYCCO



UNIDAD HIDROGRÁFICA - MANTARO



Distribución de Áreas Según el Potencial de Recarga Hídrica, En Función a la cobertura vegetal En La Microcuenca Laupayhuaycco

Cobertura Vegetal (%)	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA	AREA (%)
> 80	5	Muy alta	1.10	9.13
70 - 80	4	Alta	1.10	9.12
50 - 70	3	Moderada	4.34	36.00
30 - 50	2	Baja	2.46	20.46
< 30	1	Muy baja	3.05	25.29
TOTAL			12.04	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica En La microcuenca del río Laupayhuaycco - Santillana, Huanta, Ayacucho-2020

PLANO : MAPA DE POTENCIAL DE RECARGA HÍDRICA SEGÚN LA COBERTURA VEGETAL

RESPONSABLE : Bach. RIVAS OZEJO, Paul Eliades

Lámina:

ESCALA :

Indicada

FECHA :

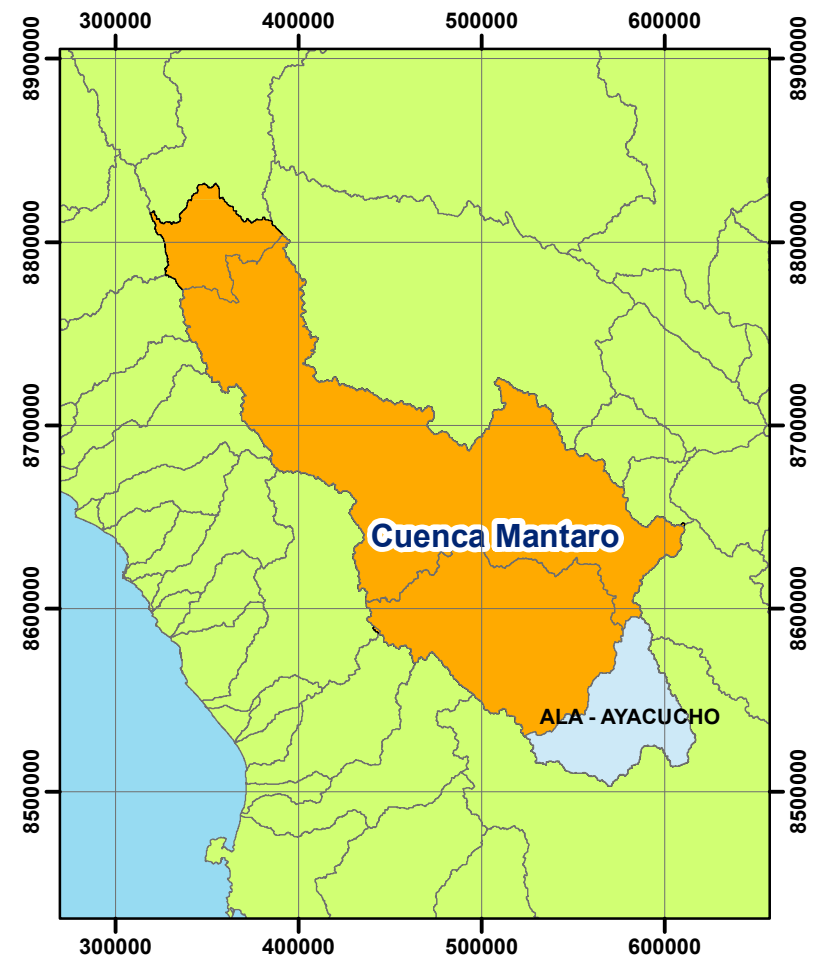
2023

04

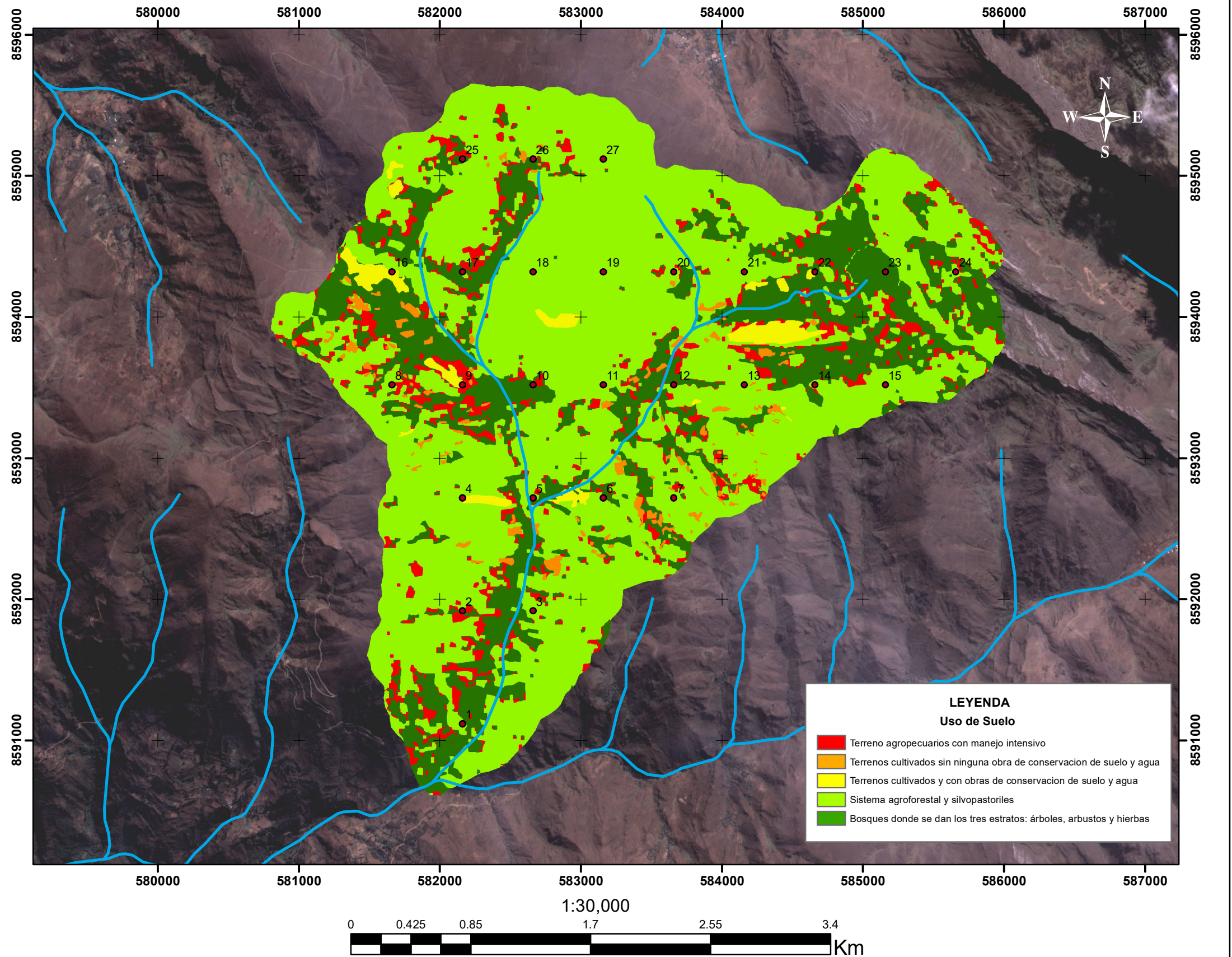
UNIDAD HIDROGRÁFICA



UNIDAD HIDROGRÁFICA - MANTARO



POTENCIAL DE RECARGA HIDRICA SEGUN EL USO DE SUELO EN LA MICROCUENCA LAUPAYHUAYCCO



Distribución de Áreas Según el Potencial de Recarga Hídrica, En Función al uso de suelo! En La Microcuenca Laupayhuaycco

Uso de Suelo	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA	AREA (%)
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	5	Muy alta	3.02	25.09
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4	Alta	7.70	63.92
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	3	Moderada	0.24	2.03
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	2	Baja	0.22	1.86
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	1	Muy baja	0.86	7.10
TOTAL			12.04	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



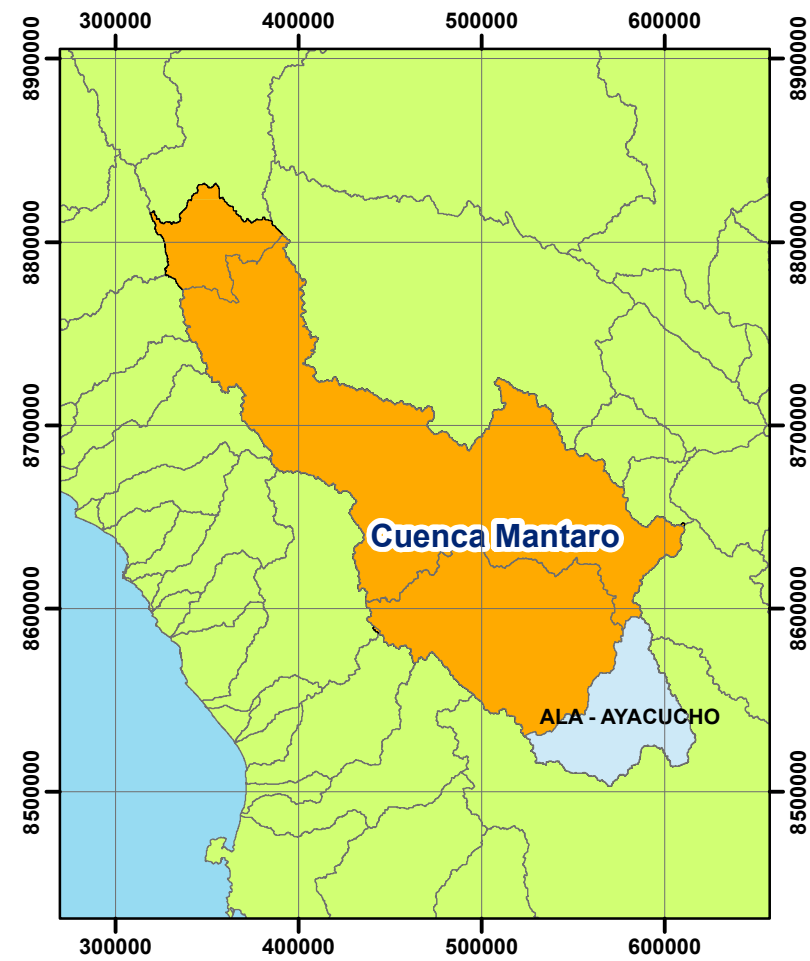
Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica En La microcuenca del rio Laupayhuaycco - Santillana, Huanta, Ayacucho-2020

PLANO	:	MAPA DE POTENCIAL DE RECARGA HÍDRICA SEGÚN EL USO DE SUELO
RESPONSABLE	:	Bach. RIVAS OZEJO, Paul Eliades
ESCALA	:	Indicada
FECHA	:	2023
Lámina:		05

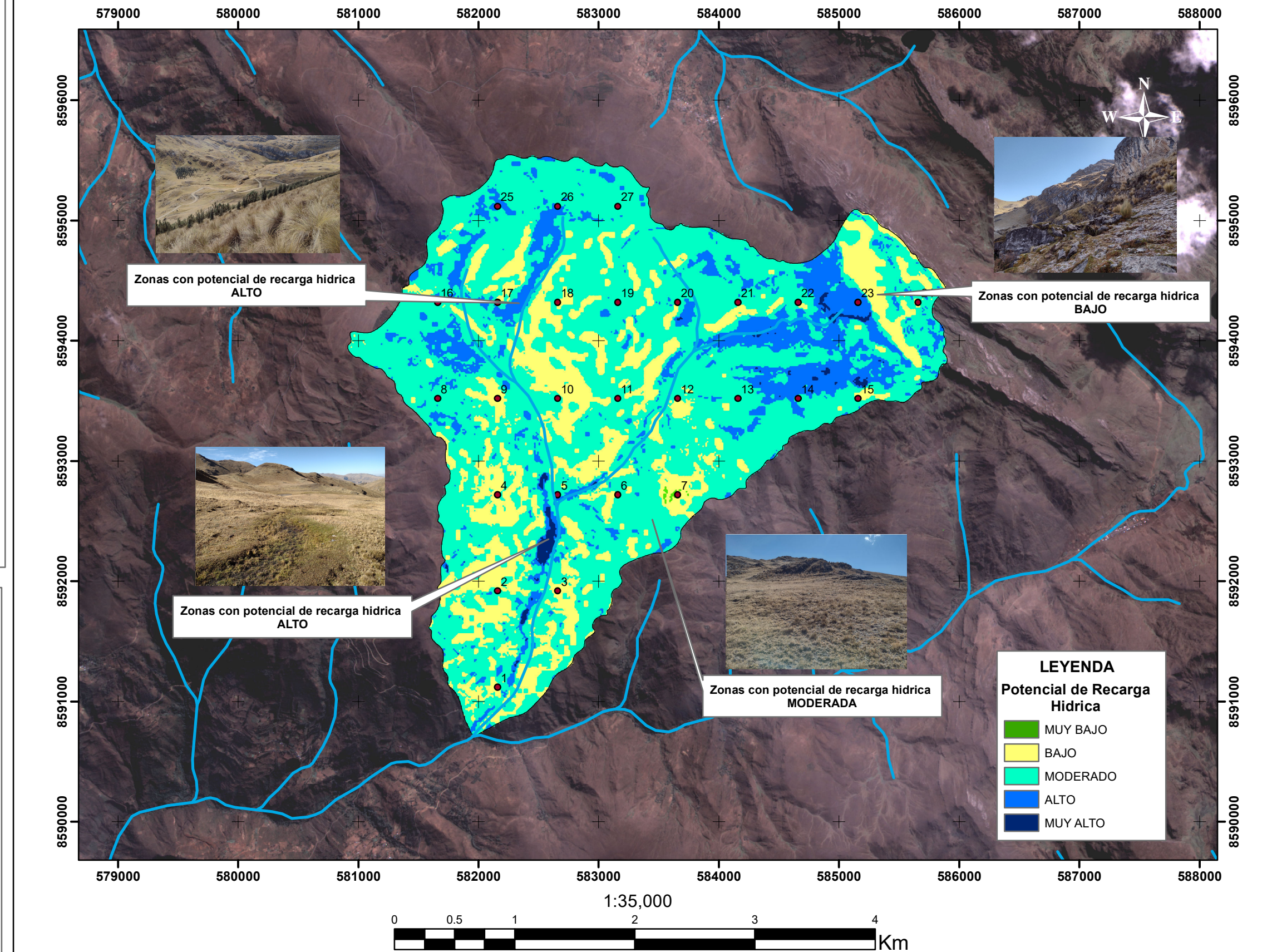
UNIDAD HIDROGRÁFICA



UNIDAD HIDROGRÁFICA - MANTARO



ZONAS POTENCIALES DE RECARGA HIDRICA EN LA MICROCUENCA LAUPAYHUAYCCO



Distribución de Áreas Según el Potencial de Recarga Hídrica, En La Microcuenca Laupayhuaycco

POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA Km ²	AREA (%)	ACTIVIDADES RECOMENDADAS
Muy alta	0.09	0.71	Proyectos de Almacenamiento y captacion de agua.
Alta	1.62	13.47	Proyectos de conservacion y manejo adecuado del agua
Moderada	7.80	64.79	Proyectos ligados a zanjias de infiltracion, amunas, etc.
Baja	2.52	20.97	Proyectos de conservacion de suelos y reforestacion.
Muy baja	0.01	0.05	
TOTAL	12.04	100	

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		
	Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica En La microcuenca del rio Laupayhuaycco - Santillana, Huanta, Ayacucho-2020		
PLANO : ZONAS POTENCIALES DE RECARGA HIDRICA EN LA MICROCUENCA LAUPAYHUAYCCO			
RESPONSABLE : Bach. RIVAS OZEJO, Paul Eliades			
ESCALA : Indicada		FECHA : 2023	
			Lámina: 06

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALES DE RECARGA HÍDRICA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO LAUPAYHUAYCCO – SANTILLANA – HUANTA, AYACUCHO – 2020

Paul Eliades Rivas Ozejo

Federico Quicaño Suárez

Línea de investigación: Oceanografía, Hidrología, Recursos hídricos

paul.rivas.21@unsch.edu.pe

federico.quicaño@unsch.edu.pe

RESUMEN

Este estudio buscó identificar las zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco, para ello se utilizó un modelo metodológico el cual permita la determinación del potencial de recarga hídrica, de manera cualitativa, teniendo en cuenta: la pendiente, el tipo de suelo, tipo de roca, la cobertura vegetal y el uso del suelo, cuyos parámetros fueron analizados de manera individual, con la finalidad de describir, en como éstas, intervienen en el proceso de recarga hídrica en la microcuenca. El uso de la información geográfica, las imágenes satelitales, y el recorrido en campo, permitió el análisis cualitativo del potencial de recarga hídrica a lo largo de la microcuenca y plasmarlo a través de un mapa, el cual fue posible gracias al álgebra de mapas utilizando el software ArcGis 10.8. se elaboró el mapa denominado “Zonas de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco”, el cual, en función al potencial de recarga hídrica, se clasifican en cinco categorías, las cuales son: muy bajo (0.01 Km^2), bajo (2.52 Km^2), moderada (7.80 Km^2), alto (1.62 Km^2), muy alto (0.09 Km^2), el análisis de estas categorías evidenció, que la microcuenca tiene como característica un potencial moderado, de recarga hídrica. De acuerdo estas características identificadas, concluimos que en zonas de potencial muy bajo y bajo se debe administrar de manera efectiva estas áreas, y minimizar el impacto que genera las actividades antrópicas, en zonas con potencial moderado se debe implementar prácticas que permitan la mejora y desarrollo de estas áreas, así mismo en zonas con potencial alto y muy alto, se deben implementar medidas de conservación y protección adecuadas.

Palabras Clave: Identificación, recarga, hídrica, microcuenca.

SUMMARY

This study sought to identify the potential areas of water recharge in the Laupayhuaycco river micro-basin, for this a methodological model was used which allows the determination of the potential of water-recharge, in a qualitative way, taking into account: the slope, the type of soil, type of rock, the vegetable coverage and the use of the ground, whose parameters were analyzed individually, in order to describe, in how these, intervene in the process of water refill in the micro-basin. The use of geographical information, satellite images, and the field tour, allowed the qualitative analysis of the potential of water recharge along the microwave and shape it through a map, which was possible thanks to the algebra of maps using the software ArcGis 10.8. The map called “Water recharge zones, in the Laupayhuaycco river micro-basin” was developed, which, according to the potential of water recharges, are classified into five categories, which are: very low (0.01 Km^2), low (2.52 Km^2), moderate (7.80 Km^2), high (1.62 Km^2), very high (0.09 Km^2), the analysis of these categories showed, that the micro-basin has as a characteristic a moderate potential, of water-recharge. In accordance with these identified characteristics, we conclude that in areas of very low and low potential these areas should be effectively managed, and the impact generated by anthropic activities should be minimized, in areas with moderate potential practices should be implemented that allow the improvement and development of these areas, as well as in zones with high and very high potential, adequate conservation and protection measures should be put in place.

Key words: Identification, recharge, hydraulic, micro-basin.

INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos más preciados del planeta, es el agua, el cual es crucial en el desarrollo de la vida y la salud humana y sus actividades; pero su agotamiento también es una amenaza para el progreso económico y social.

El distrito de Santillana viene siendo, en la actualidad, un lugar en el cual la agricultura, principalmente en la producción de frutales como la palta, están iniciando una creciente explotación de los recursos hídricos, por ello la importancia de planificar el uso adecuado y eficiente de estos en la parte alta de la cuenca.

“El enfoque de la gestión integrada de recursos hídricos ayuda a administrar y desarrollar los recursos en forma sostenible y equilibrada”. (Global Water Partnership, 2009, p.10), para ello debemos tener en cuenta los factores que coexisten en ella, y a los actores que hacen el uso del recurso.

El proceso mediante el cual, el agua proveniente de las precipitaciones se incorpora a los acuíferos, por medio de la infiltración, se denomina recarga hídrica. Así mismo a los lugares donde ocurre este fenómeno natural, se le llama Zona de Recarga Hídrica. Por ende, la importancia de su identificación en el manejo de cuencas, propone la planificación, enfocada a la administración del agua y al ordenamiento territorial.

El objetivo general es determinar Identificar las zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco, del distrito de Santillana. Asimismo, los objetivos específicos fueron: 1.- Describir los parámetros físicos que intervienen en el proceso de recarga hídrica usando la metodología propuesta por Matus et al. (2009). 2.- Estimar los factores de ponderación, que permita definir e identificar las zonas de recarga hídrica a partir de la metodología propuesta por Matus et al. (2009). 3.- Generar un mapa que represente las zonas potenciales de recarga hídrica, mediante la integración de los parámetros a partir de la metodología estimada.

I. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACION

La microcuenca del río Laupayhuaycco, se encuentra ubicado en la parte alta del distrito de Santillana en la provincia de Huanta departamento de Ayacucho, la cual tiene una extensión total de 12.04 Km^2 , la cual se encuentra entre los 3410 m s.n.m. hasta los 4500 m s.n.m. y se encuentra dentro de las zonas de vida: bosque húmedo – MONTANO SUBTROPICAL (bm-MS) y Páramo muy húmedo – SUBALPINO SUBTROPICAL (pmh-SaS). La finalidad de la investigación fue la identificación de las zonas potenciales de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, a partir de la elaboración de un modelo metodológico local y la descripción de los parámetros que intervienen en la recarga hídrica. Para tal fin se ha seguido en la ejecución de la presente, una serie de trabajos

secuenciales, iniciando con el trabajo de campo, análisis de suelo en laboratorio y el tratamiento de la información obtenida en los trabajos previos, en gabinete.

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACION.

1.2.1. Espacial

El estudio se realizó en la microcuenca del río Laupayhuaycco, en el distrito de Santillana, Provincia de Huanta, departamento de Ayacucho.

1.2.2. Temporal.

El presente estudio se llevo a cabo entre los meses de marzo y octubre del 2021, para la identificación de las zonas potenciales de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, se siguió una serie de trabajos secuenciales.

1.3. FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACION.

1.3.1. Problema general.

¿ No existen estudios que describan los parámetros que intervienen en la recarga hídrica, tampoco existe una metodología local ni mapas que identifiquen las zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco, del distrito de Santillana?

1.3.2. Problemas específicos.

1. ¿No existe estudios que describan los parámetros que intervienen en el proceso de recarga hídrica?
2. ¿No existe un modelo metodológico local, que permita definir e identificar las zonas de recarga hídrica?
3. ¿No existe un mapa que represente las zonas potenciales de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco??

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

La conservación de los Recursos Naturales es críticamente importante para ser considerada en nuestra iniciativa de desarrollo sostenible. El manejo y conservación del agua es de especial importancia. En años recientes ha habido una investigación amplia que confirma la creciente carencia de agua para propósitos de consumo humano e irrigación. La razón principal es la deforestación continua y la contaminación de las cuencas hidrográficas que almacenan y producen agua en las tierras altas en América Latina (World Vision, 2004)

El agua es el elemento clave e integrador de los demás elementos de la cuenca y que permite el desarrollo de la vida, las actividades productivas, económicas y ambientales. Si se maneja y aprovecha adecuadamente este recurso natural se obtendrá grandes beneficios para la población y el propio desarrollo sostenible de la cuenca (Vásquez et al., 2016).

Las zonas donde ocurre el proceso de incorporación de agua a un acuífero producido partir de diversas fuentes: de la precipitación, de las aguas superficiales, etc. Se les denomina “Zonas de recarga hídrica”, identificar su ubicación, su extensión, es importante en el proceso de planificación y sirve para la administración de los recursos hídricos y al ordenamiento territorial.

Por otro lado, con la identificación de las zonas de recarga hídrica se puede hacer una mejor valoración del recurso y crear planes estratégicos, que reduzcan el impacto de fenómenos como el cambio climático.

II. RESULTADOS Y DISCUCIONES

OBJETIVO ESPECÍFICO 01: Describir los parámetros físicos que intervienen en el proceso de recarga hídrica usando la metodología propuesta por Matus et al. (2009).

Del recorrido del área de estudio y la evaluación de los parámetros que determinan el proceso de recarga hídrica, en función a nuestro modelo, son mostrados de la siguiente manera:

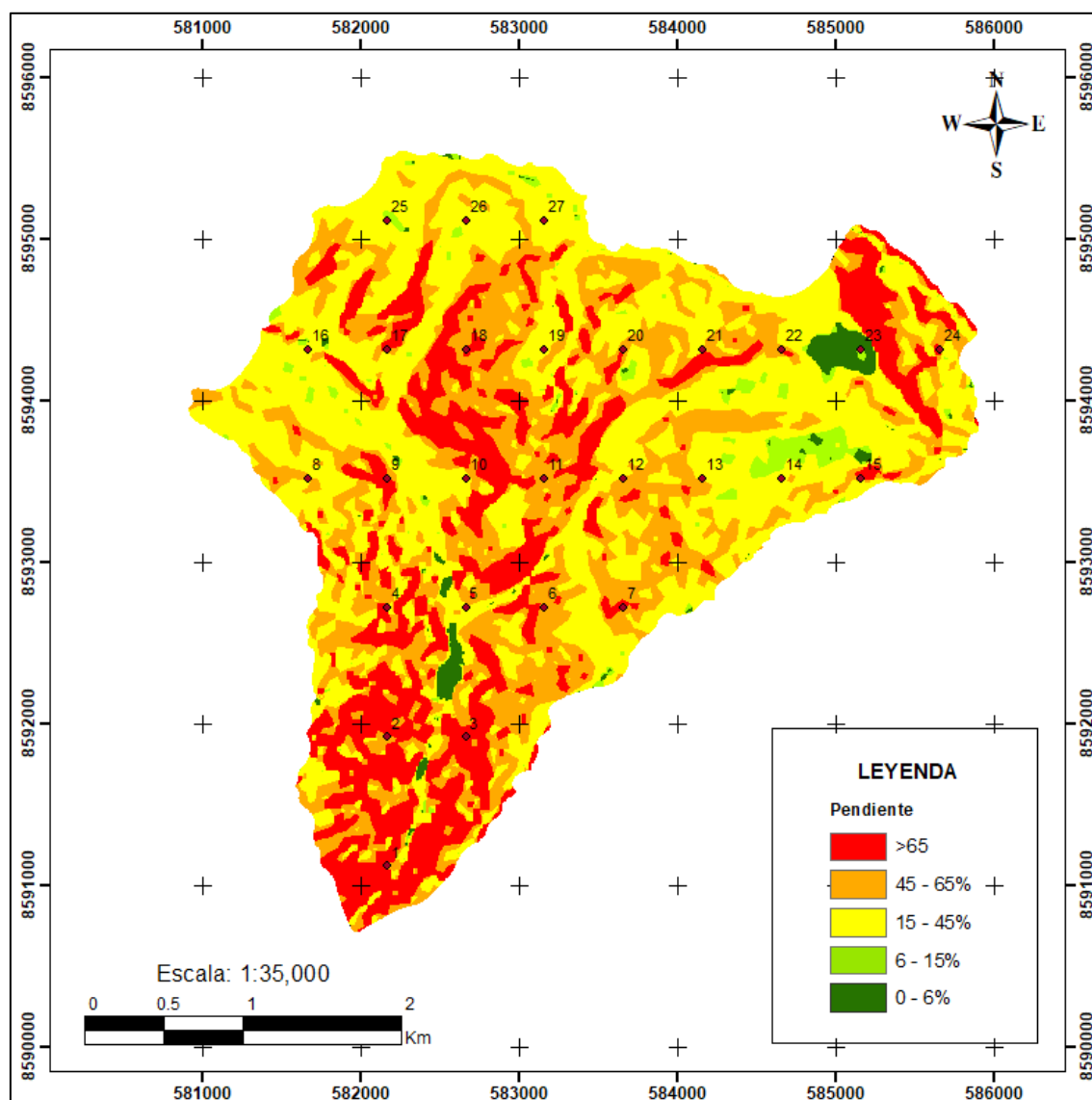
2.1.1. Pendiente

Este parámetro es muy importante en el análisis de la identificación de zonas de recarga, puesto que, este tiene una estrecha relación con la escorrentía superficial.

Posterior al análisis de campo y evaluación de criterios, se pudo elaborar el mapa de pendientes el cual fue reclasificado en función al modelo establecido para este estudio. Como podemos observar en la Figura 1.

Figura 1:

Potencial de recarga hídrica según la pendiente.



Nota: De acuerdo al porcentaje de la pendiente, las áreas con mayor potencial de recarga hídrica se encuentran ubicadas en zonas con micro relieve de características planas a casi planas, donde la pendiente es muy baja; del mapa se desprende también, que con color amarillo tenemos las zonas con posibilidad de recarga MODERADA, el cual corresponde al rango de entre 15-45% de pendiente.

Tabla 1:

Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, en función a la pendiente.

PENDIENTE (%)	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA (Km²)	AREA (%)
0 – 6	5	Muy alta	0.19	1.60
6 – 15	4	Alta	0.32	2.65
15 – 45	3	Moderada	5.27	43.73
45 – 65	2	Baja	3.75	31.13
> 65	1	Muy baja	2.52	20.89
TOTAL			12.043	100

Nota: Se muestra las áreas representativas por rango establecido, el cual delimita las pendientes en la zona de estudio, en ella podemos observar que tenemos mayor área en el rango que comprende de los 15 – 45%, el cual cubre el 43.73% del área total de estudio.

2.1.2. Tipo de suelo

Los resultados obtenidos del laboratorio, se muestran de manera individual en la Tabla 2, el cual muestra las coordenadas UTM, clase textural definida, y la ponderación será dada según la posibilidad de recarga.

Tabla 2:

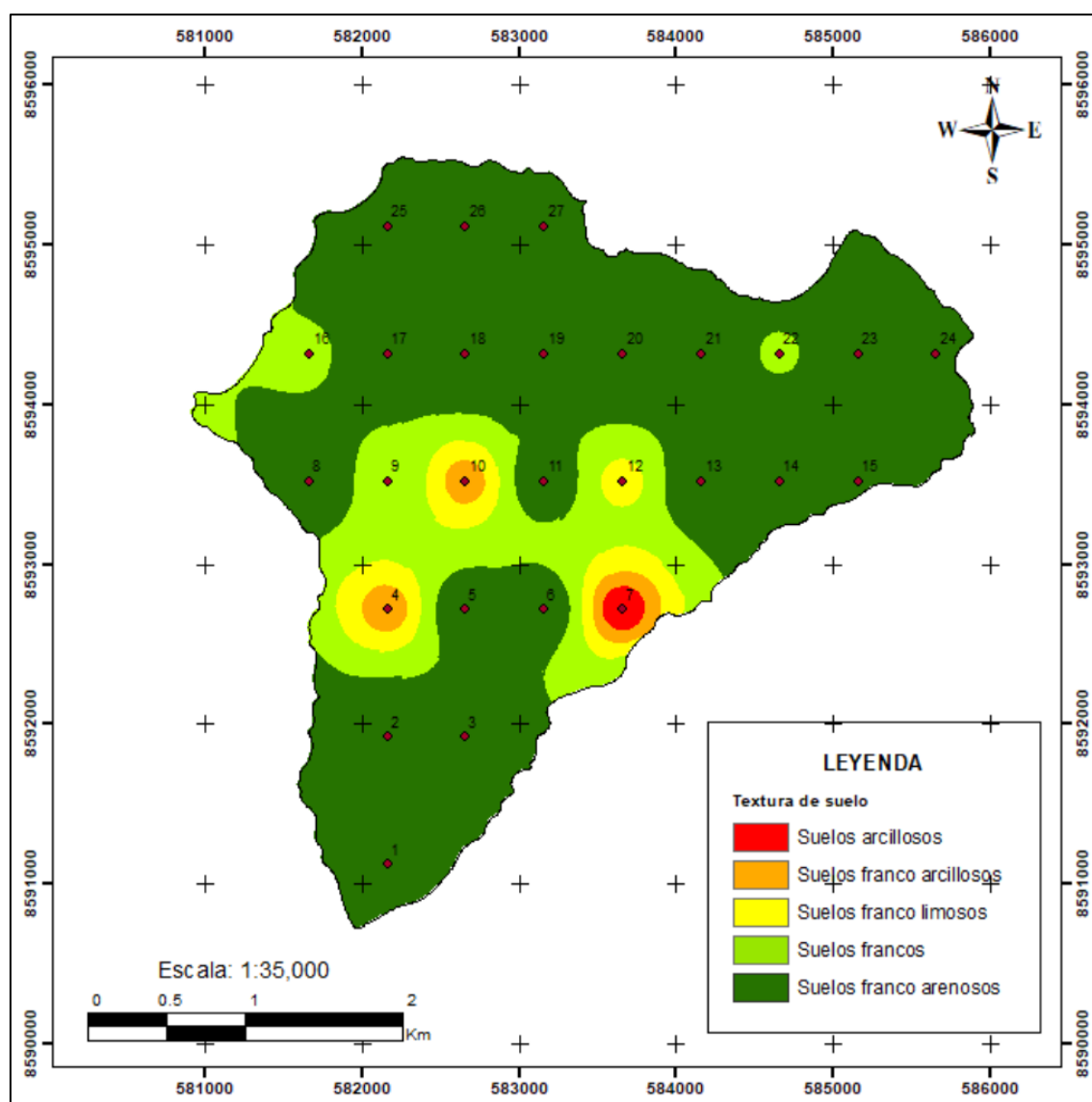
Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según la textura del suelo.

PUNTO DE MUESTREO	VARIABLES EVALUADAS				SUMATORIA (*)	POSIBILIDAD DE RECARGA
	PENDIENTE	TIPO DE SUELO	COVERTURA VEGETAL	USO DE SUELO		
P1	0.59	1.15	0.36	0.3	2.4	BAJA
P2	1.18	1.15	0.36	0.24	2.93	MODERADA
P3	0.59	1.15	0.36	0.24	2.34	BAJA
P4	1.18	0.46	0.36	0.24	2.24	BAJA
P5	1.77	1.15	0.36	0.3	3.58	ALTA
P6	1.18	1.15	0.36	0.24	2.93	MODERADA
P7	1.18	0.23	0.36	0.24	2.01	BAJA
P8	1.18	1.15	0.36	0.24	2.93	MODERADA
P9	0.59	0.92	0.36	0.06	1.93	BAJA
P10	1.77	0.46	0.36	0.18	2.77	MODERADA
P11	1.18	1.15	0.36	0.24	2.93	MODERADA
P12	1.18	0.69	0.36	0.12	2.35	BAJA
P13	1.18	1.15	0.36	0.24	2.93	MODERADA
P14	1.77	1.15	0.36	0.24	3.52	ALTA
P15	1.18	1.15	0.36	0.24	2.93	MODERADA
P16	1.77	0.92	0.36	0.24	3.29	MODERADA
P17	1.18	1.15	0.36	0.12	2.81	MODERADA
P18	1.18	1.15	0.36	0.24	2.93	MODERADA

PUNTO DE MUESTREO	VARIABLES EVALUADAS				SUMATORIA (*)	POSIBILIDAD DE RECARGA
	PENDIENTE	TIPO DE SUELO	COVERTURA VEGETAL	USO DE SUELO		
P19	1.77	1.15	0.36	0.24	3.52	ALTA
P20	1.18	1.15	0.36	0.18	2.87	MODERADA
P21	1.18	1.15	0.36	0.24	2.93	MODERADA
P22	1.18	0.92	0.48	0.24	2.82	MODERADA
P23	0.59	1.15	0.36	0.24	2.34	BAJA
P24	1.18	1.15	0.36	0.24	2.93	MODERADA
P25	1.77	1.15	0.36	0.24	3.52	ALTA
P26	1.77	1.15	0.36	0.24	3.52	ALTA
P27	1.77	1.15	0.36	0.24	3.52	ALTA

Figura 2:

Potencial de recarga hídrica según la textura de suelo.



Nota: De acuerdo a la textura del suelo, las zonas con mayor potencial de recarga hídrica se encuentran ubicadas en áreas con suelos Francos arenosos a arenosos; del mapa se desprende también, que con color Verde Oscuro tenemos las zonas con posibilidad de recarga MUY ALTA.

Tabla 3:

Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, según la textura del suelo.

TEXTURA	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA (Km ²)	AREA (%)
Suelos Franco arenosos a arenosos	5	Muy alta	9.03	74.95
Suelos francos	4	Alta	2.17	18.02
Suelos franco limosos	3	Moderada	0.57	4.74
Suelos franco arcillosos	2	Baja	0.22	1.81
Suelos arcillosos	1	Muy baja	0.06	0.49
TOTAL			12.04	100.00

2.1.3. Tipo de roca

A partir de la Carta geológica nacional de escala 1:50 000, se llevó a cabo el recorrido en campo para validar los valores de la misma, y a partir del modelo planteado se generó la reclasificación. Según la Carta geológica nacional de escala 1:50 000, del cuadrante 26ñ 1, 26ñ 4, correspondientes la zona de estudio se encuentra 4 unidades lito estratigráficas.

Tabla 4:

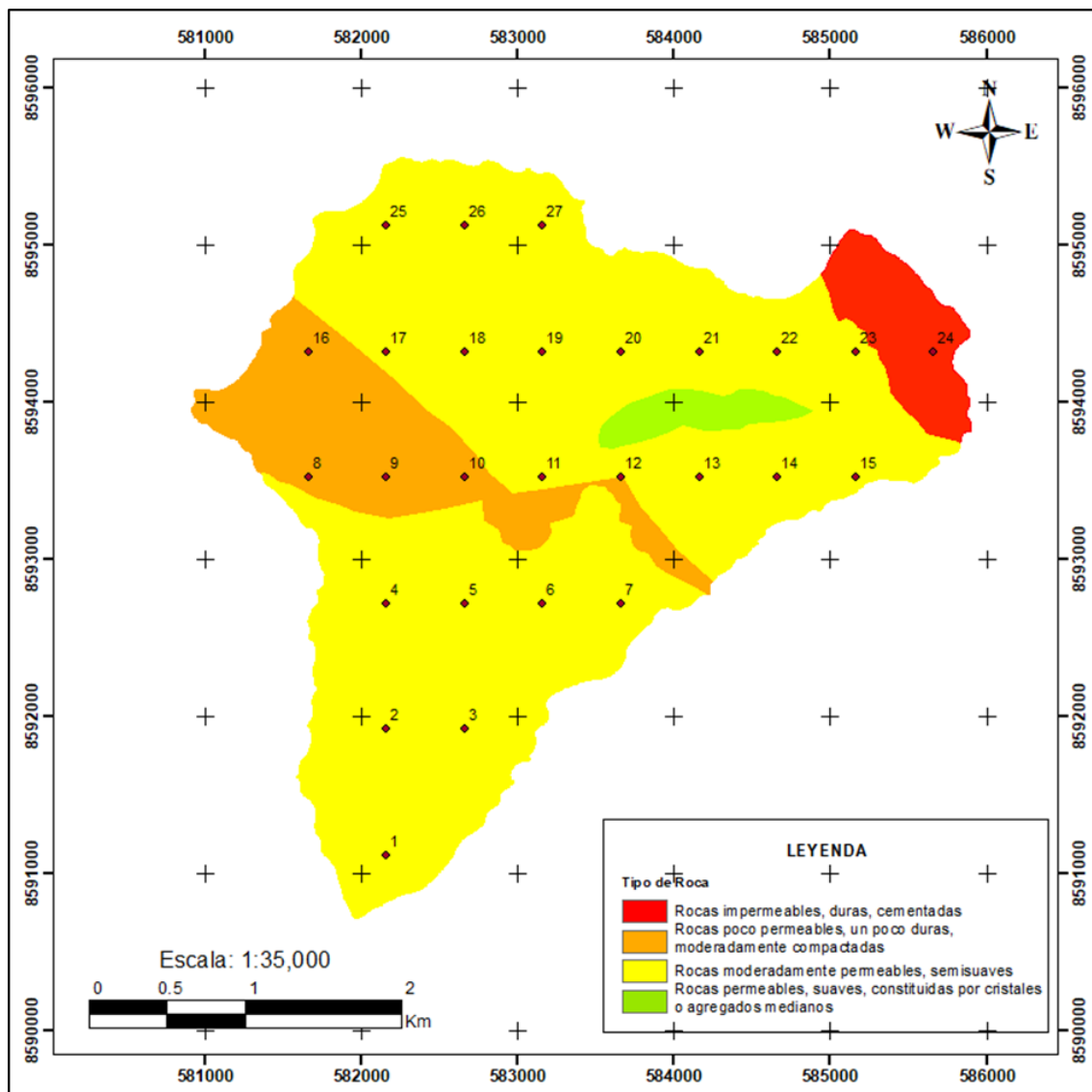
Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, según el tipo de roca.

LITOLOGIA	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA (Km ²)	AREA (%)
Rocas permeables, suaves, constituidas por cristales o agregados medianos, con poros interconectados; por ejemplo, arena fina o arenisca con poca cementación.	4	Alta	0.30	2.49
Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	3	Moderada	9.36	77.68
Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, con presencia de fracturas interconectadas; por ejemplo, la combinación de gravas con arcillas.	2	Baja	1.73	14.33
Rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas.	1	Muy baja	0.66	5.50
TOTAL			12.04	100

Nota: Observamos que las áreas con un potencial MODERADO, ocupa 9.36 Km², cuyo valor representa el 77.68% del total del área de estudio.

Figura 3:

Potencial de recarga hídrica según el tipo de roca.



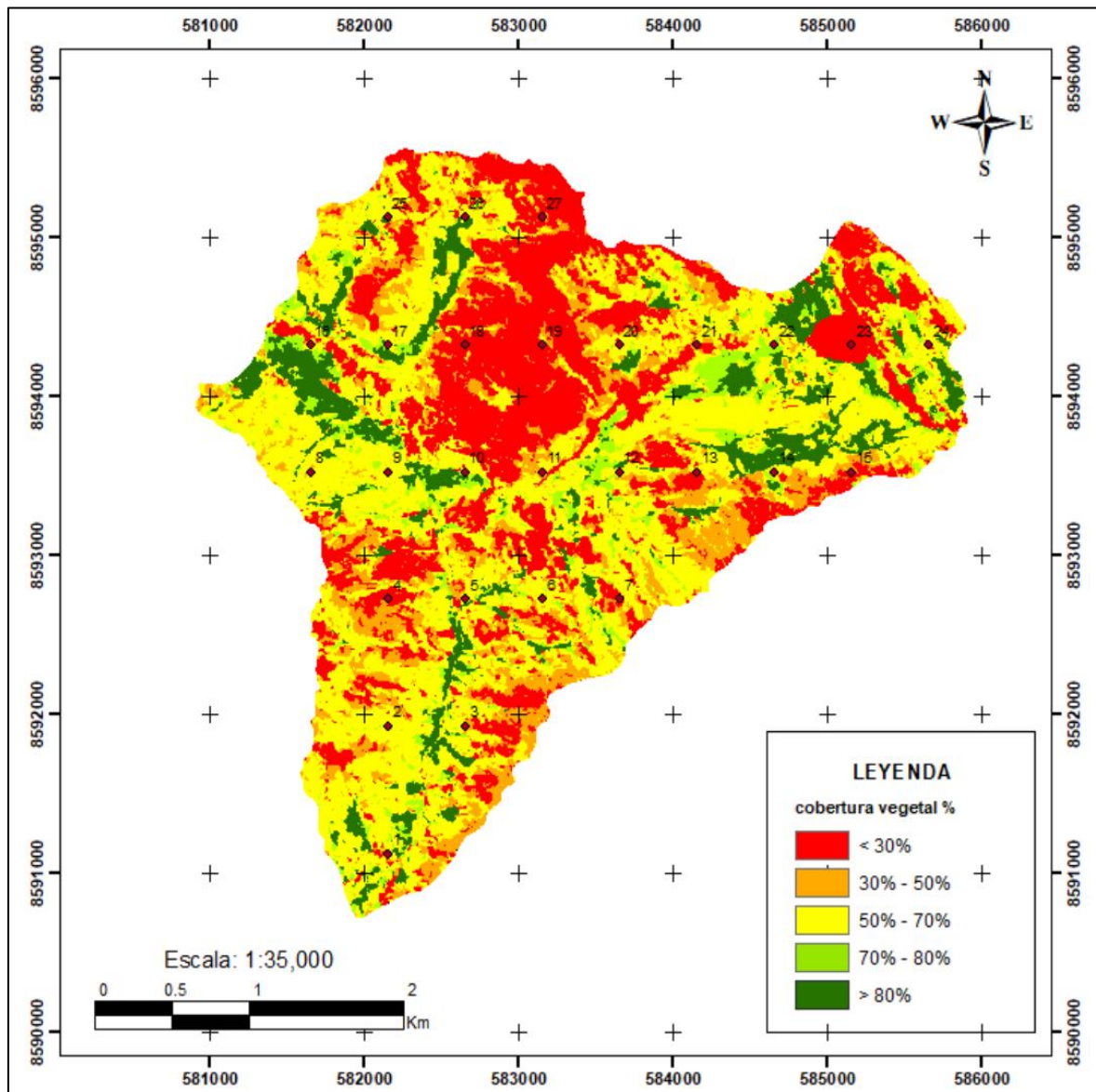
Nota: De acuerdo al tipo de roca, las zonas con mayor potencial de recarga hídrica se encuentran ubicadas en áreas rocas permeables, suaves y constituidas por cristales o agregados medianos; del mapa se desprende también, que con color Amarillo tenemos las zonas con posibilidad de recarga moderada.

2.1.4. Cobertura vegetal

La cobertura vegetal está relacionada directamente con el potencial de recarga, puesto que cada unidad de crecimiento comienza en áreas con buena infiltración, que por lo general son suelos más permeables.

Figura 4:

Potencial de recarga hídrica según la cobertura vegetal.



Nota: De acuerdo a la cobertura vegetal, las zonas con mayor potencial de recarga hídrica se encuentran ubicadas en zonas donde la cobertura vegetal oscila entre 50 – 70%; del mapa se desprende también, que con color Amarillo tenemos las zonas con posibilidad de recarga moderada.

Tabla 5:

Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, en función a la cobertura vegetal.

Cobertura Vegetal (%)	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA (Km²)	AREA (%)
> 80	5	Muy alta	1.10	9.13
70 – 80	4	Alta	1.10	9.12
50 – 70	3	Moderada	4.34	36.00
30 – 50	2	Baja	2.46	20.46
< 30	1	Muy baja	3.05	25.29
TOTAL			12.04	100

Nota: Observamos que las áreas con un potencial MODERADO, ocupa 4.34 Km², cuyo valor representa el 36.00% del total del área de estudio.

2.1.5. Uso de suelo

Las actividades, acciones y como el humano interviene sobre una determinada superficie también tiene incidencia en la recarga hídrica, puesto que según la actividad del manejo del suelo determinara la posibilidad de recarga hídrica en un área determinada.

Tabla 6:

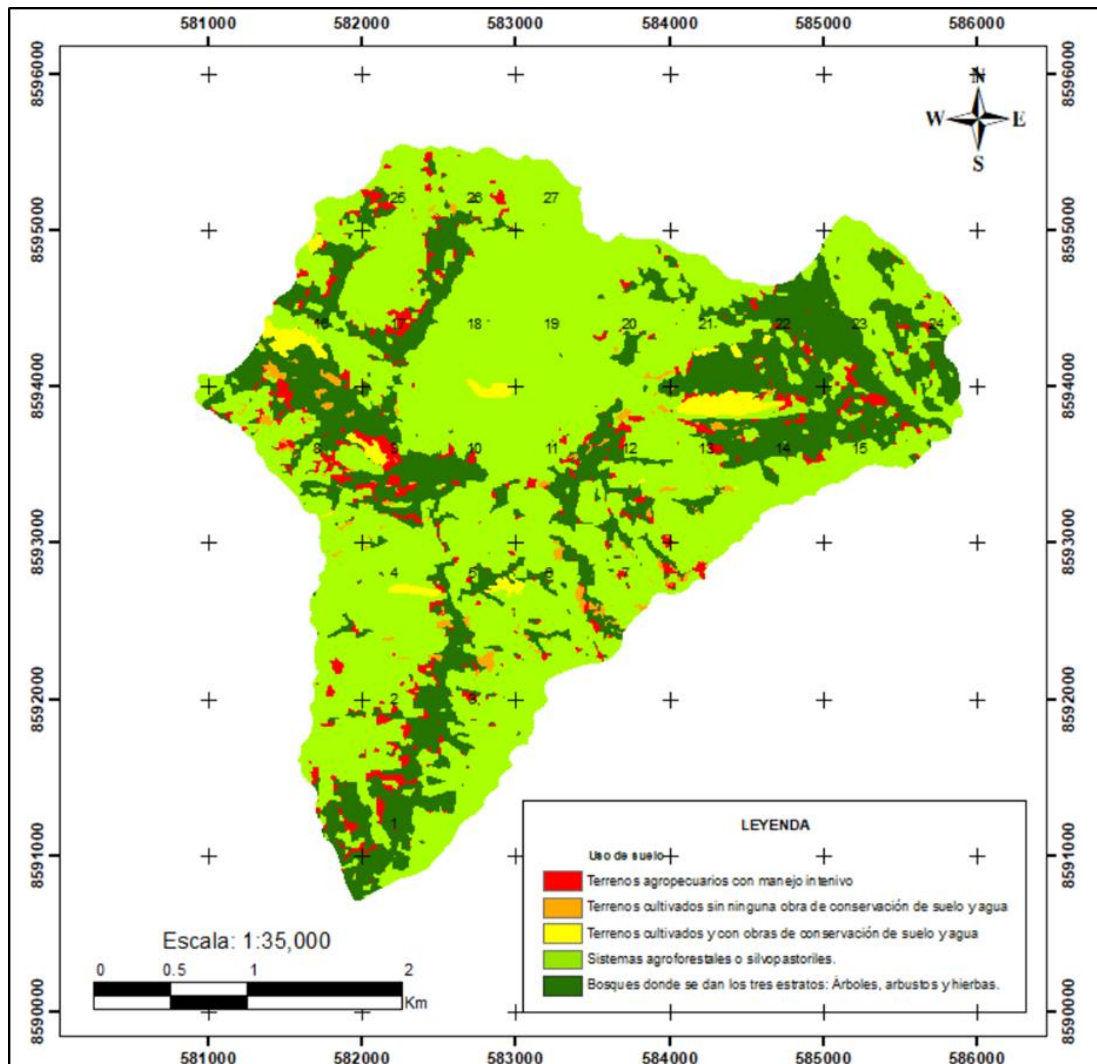
Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, en función al uso de suelo.

USO DE SUELO	PONDERACION	POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA (Km²)	AREA (%)
Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas.	5	Muy alta	3.02	25.09
Sistemas agroforestales o silvopastoriles.	4	Alta	7.70	63.92
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua.	3	Moderada	0.24	2.03
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	2	Baja	0.22	1.86
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	1	Muy baja	0.86	7.10
TOTAL			12.04	100

Nota: En nuestra área de estudio pudimos determinar 5 parámetros, del cual podemos desprender que 7.70 Km² son zonas con un manejo de sistema agroforestal y/o silvopastoriles, el cual representa el 63.92% del área total de estudio, esto básicamente se debe a la principal actividad de los pobladores de la zona, que es la ganadería.

Figura 5:

Potencial de recarga hídrica según el uso de suelo.



Nota: De acuerdo al tipo de suelo las zonas con mayor potencial de recarga hídrica se encuentran ubicadas en zonas donde se desarrolla un sistema agroforestal y silvopastoreo; del mapa se desprende también, que con color Verde Claro tenemos las zonas con posibilidad de recarga Alta.

OBJETIVO ESPECÍFICO 02: Estimar los factores de ponderación, que permita definir e identificar las zonas de recarga hídrica a partir de la metodología propuesta por Matus et al. (2009).

Para determinar el potencial de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco se utilizó la ecuación resultante del análisis jerárquico de las variables en estudio.

Como resultado de las variables haciendo uso del análisis jerárquico, se le asignó una importancia del 52% a la pendiente, un 21% para el tipo de suelo, un 11% para el tipo de

roca, un 10% para la cobertura vegetal y un 6 % para el uso de suelo como se refleja en la siguiente ecuación:

$$ZRH = [0.52(Pend) + 0.21(Ts) + 0.11(Tr) + 0.10(Cve) + 0.06(Us)]$$

El análisis de cada punto de muestreo se refleja en la Tabla 3.9, el cual permite observar el potencial de recarga hídrica.

Tabla 7:

Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, en función al uso de suelo.

PUNTO DE MUESTRA	VARIABLES EVALUADAS					SUMATORIA	POSIBILIDAD DE RECARGA
	Pend	Ts	Tr	Cve	Us		
P1	0.52	1.05	0.33	0.3	0.3	2.5	BAJA
P2	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P3	0.52	1.05	0.33	0.3	0.24	2.44	BAJA
P4	1.04	0.42	0.33	0.3	0.24	2.33	BAJA
P5	1.56	1.05	0.33	0.3	0.3	3.54	ALTA
P6	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P7	1.04	0.21	0.33	0.3	0.24	2.12	BAJA
P8	1.04	1.05	0.22	0.3	0.24	2.85	MODERADA
P9	0.52	0.84	0.22	0.3	0.06	1.94	MUY BAJA
P10	1.56	0.42	0.22	0.3	0.18	2.68	MODERADA
P11	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P12	1.04	0.63	0.22	0.3	0.12	2.31	BAJA
P13	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P14	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA
P15	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P16	1.56	0.84	0.22	0.3	0.24	3.16	MODERADA
P17	1.04	1.05	0.33	0.3	0.12	2.84	MODERADA
P18	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P19	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA
P20	1.04	1.05	0.33	0.3	0.18	2.9	MODERADA
P21	1.04	1.05	0.33	0.3	0.24	2.96	MODERADA
P22	1.04	0.84	0.33	0.4	0.24	2.85	MODERADA
P23	0.52	1.05	0.33	0.3	0.24	2.44	BAJA
P24	1.04	1.05	0.11	0.3	0.24	2.74	MODERADA
P25	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA
P26	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA
P27	1.56	1.05	0.33	0.3	0.24	3.48	MODERADA

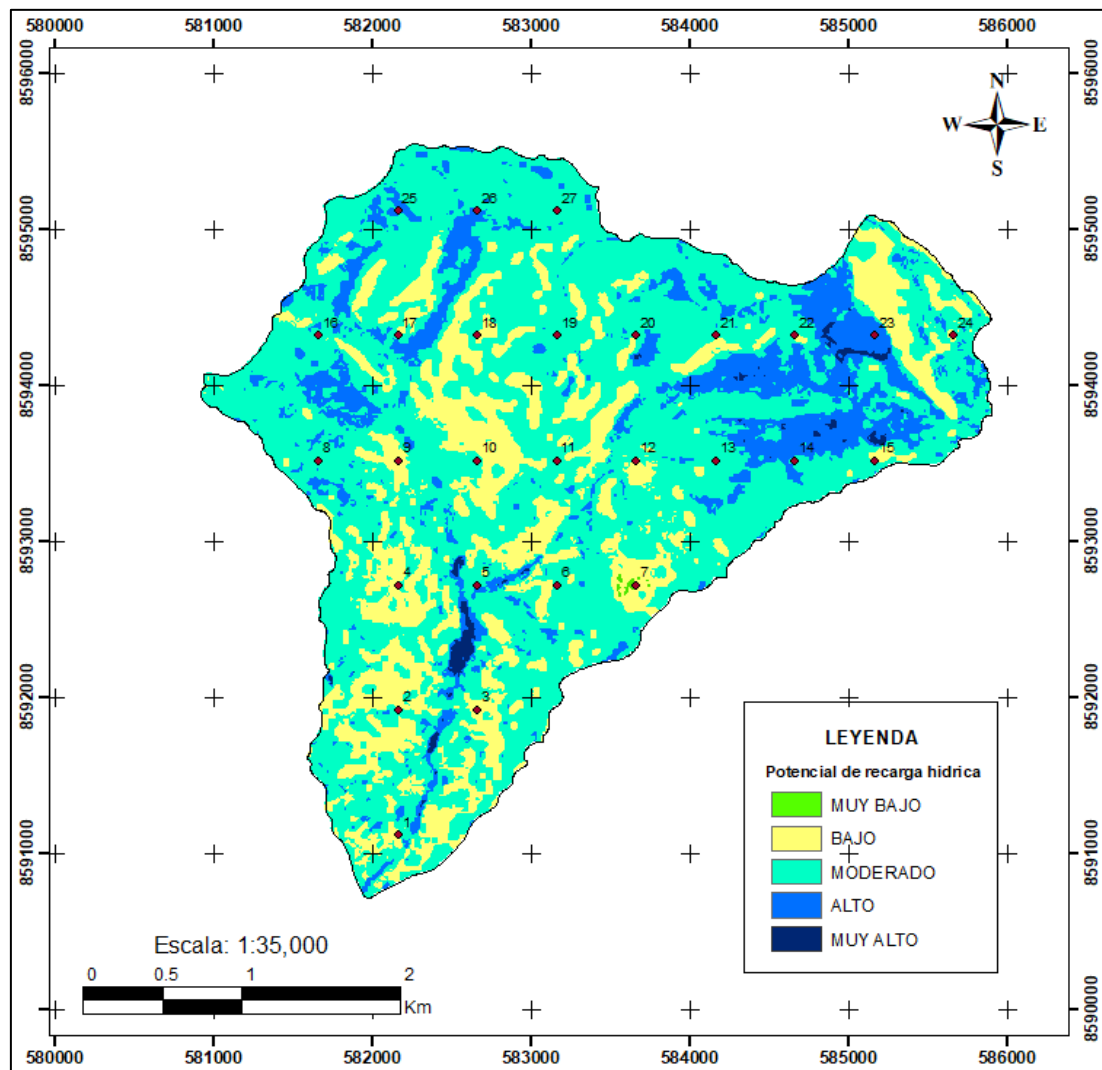
Nota: el cuadro muestra el análisis en cada punto de muestreo, y la aplicación del modelo determinado.

OBJETIVO ESPECÍFICO 03: Generar un mapa que represente las zonas potenciales de recarga hídrica, mediante la integración de los parámetros a partir de la metodología estimada.

El análisis de cada parámetro y la utilización del método analítico jerárquico son determinantes para identificar los diferentes tipos de zonas de recarga a lo largo de la microcuenca del río Laupayhuaycco, pero para una mayor obtención de la característica de la totalidad de la cuenca se utilizaron los mapas obtenidos por parámetro y utilizando el Software ArcGis 10.8, se pudo obtener el mapa de ZONAS DE RECARGA HÍDRICA de la microcuenca del río Laupayhuaycco.

Figura 6:

Zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco.



Nota: podemos observar que en su mayoría las áreas con un potencial de recarga moderado (color celeste) ocupan el 49.42% del área de estudio, sin embargo, el potencial Alto (color azul claro) ocupa el 21.09% de la microcuenca.

Tabla 8:

Distribución de áreas según el potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco.

POSIBILIDAD DE RECARGA	AREA (Km^2)	AREA (%)
Muy alta	0.13707	1.14
Alta	3.407265	28.29
Moderada	5.952087	49.42
Baja	2.539513	21.09
Muy baja	0.007296	0.06
TOTAL	12.043	100

Nota: Las áreas comprendidas en función al potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, nos muestra que las zonas con MUY BAJA posibilidad de recarga cuentan con un área de $0.01 Km^2$, el potencial MODERADO cuenta con un total de $7.80 Km^2$, y el potencial MUY ALTO cuenta con $0.09 Km^2$.

Una de las características predominantes para determinar las zonas de recarga hídrica fue la pendiente, puesto que en su mayoría son montañas con pendientes mayores a 15% lo cual no favorece a la recarga hídrica.

Sin embargo, las demás características favorecen a la recarga hídrica, por ello el resultado final nos arroja con zonas entre moderado y alto potencial de recarga hídrica en su mayoría.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Se identificó en la microcuenca del río Laupayhuaycco el potencial de recarga hídrica, la cual está distribuido de la siguiente manera: $0.09 km^2$ (0.71%) zona de recarga con potencial MUY ALTA, $1.62km^2$ (13.47 %) zona de recarga con potencial ALTA, $7.80 km^2$ (64.79 %) zona de recarga con potencial MODERADA, $2.52km^2$ (20.97 %) zona de recarga con potencial BAJA, $0.01km^2$ (0.05%) zona de recarga con potencial MUY BAJA

2. Se identificó y caracterizó los parámetros físicos que intervienen en el proceso de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco, lo cual se plasmó en los mapas según las características físicas y su posibilidad de recarga. Cuyos mapas muestran cómo se distribuye las áreas existentes en la microcuenca, según su potencial de recarga hídrica, y están dadas de la siguiente manera:

Las distribuciones de las áreas según el potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, en función a la pendiente se da de la siguiente manera: Las zonas con pendientes de entre 0% - 15%, representan una posibilidad de recarga de MUY ALTA a ALTA las cuales ocupan un área de 0.51km^2 (4.25%), zonas con pendientes de 15% - 45%, se tiene 5.27 km^2 (43.73%) lo cual representa una posibilidad de recarga MODERADA, zonas con pendientes mayores a 45% representa una posibilidad de recarga BAJA a MUY BAJA las cuales ocupan un área de 6.27km^2 (52.02%)

Las distribuciones de las áreas según el potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, en función al tipo de suelo se da de la siguiente manera: en zonas con suelos Franco arenosos a arenosos se tiene 9.03 km^2 (74.95 %) lo cual representa una posibilidad de recarga MUY ALTA, zonas con suelos francos, se tiene 2.17 km^2 (18.02 %) lo cual representa una posibilidad de recarga ALTA, zonas con suelos franco limosos, se tiene 0.57 km^2 (4.74%) lo cual representa una posibilidad de recarga MODERADA, zonas con suelos franco arcillosos, se tiene 0.22 km^2 (1.81%) lo cual representa una posibilidad de recarga BAJA, zonas con suelos arcillosos, se tiene 0.06 km^2 (0.49%) lo cual representa una posibilidad de recarga MUY BAJA.

Las distribuciones de las áreas según el potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, en función al tipo de roca se da de la siguiente manera: en zonas con Rocas permeables, suaves, constituidas por cristales o agregados medianos, con poros interconectados; por ejemplo, arena fina o arenisca con poca cementación se tiene 0.30 km^2 (2.49%) lo cual representa una posibilidad de recarga ALTA, zonas con rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros se tiene 9.36 km^2 (77.68%) lo cual representa una posibilidad de recarga MODERADA, zonas con Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, con presencia de fracturas interconectadas; por ejemplo, la combinación de gravas con arcillas, se tiene 1.73 km^2 (14.33%) lo cual representa una posibilidad de recarga BAJA, zonas con rocas impermeables, duras, cementadas,

compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas., se tiene 0.66 km^2 (5.50%) lo cual representa una posibilidad de recarga MUY BAJA.

Las distribuciones de las áreas según el potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, en función a la cobertura vegetal se da de la siguiente manera: en zonas con cobertura vegetal mayores a 80%, se tiene 1.10 km^2 (9.13%) lo cual representa una posibilidad de recarga MUY ALTA, zonas con cobertura vegetal de 70% - 80%, se tiene 1.10 km^2 (9.12 %) lo cual representa una posibilidad de recarga ALTA, zonas con cobertura vegetal de 50% - 70%, se tiene 4.34 km^2 (36.00%) lo cual representa una posibilidad de recarga MODERADA, zonas con cobertura vegetal de 30% - 50%, se tiene 2.46 km^2 (20.46%) lo cual representa una posibilidad de recarga BAJA, zonas con cobertura vegetal menores a 30%, se tiene 3.05 km^2 (25.29%) lo cual representa una posibilidad de recarga MUY BAJA.

Las distribuciones de las áreas según el potencial de recarga hídrica, en la microcuenca del río Laupayhuaycco, en función al uso de suelo se da de la siguiente manera: en zonas con Bosques donde se dan los tres estratos: Árboles, arbustos y hierbas., se tiene 3.02 km^2 (25.09%) lo cual representa una posibilidad de recarga MUY ALTA, zonas con sistemas agroforestales o silvopastoriles., se tiene 7.70 km^2 (63.92 %) lo cual representa una posibilidad de recarga ALTA, zonas con terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua., se tiene 0.24 km^2 (2.03%) lo cual representa una posibilidad de recarga MODERADA, zonas con terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua, se tiene 0.22 km^2 (1.86%) lo cual representa una posibilidad de recarga BAJA, zonas con terrenos agropecuarios con manejo intensivo, se tiene 0.86 km^2 (7.10%) lo cual representa una posibilidad de recarga MUY BAJA.

3. Se logró estimar los factores de ponderación de los parámetros físicos que permiten definir e identificar las zonas de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco, a partir del modelo propuesto por la guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica (Matus et al., 2009), utilizando el proceso de análisis jerárquico (AHP), con lo cual se obtuvo los ponderados para cada parámetro físico como sigue: pendiente $c_1 = 0.52$, tipo de suelo $c_2 = 0.21$, tipo de roca $c_3 = 0.11$, cobertura vegetal $c_4 = 0.10$, uso de suelo $c_5 = 0.06$; con lo que se obtuvo la ecuación que se utilizó para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco, la cual es:

$$ZRH = [0.52(Pend) + 0.21(Ts) + 0.11(Tr) + 0.10(Cve) + 0.06(Us)]$$

4. Se generó un mapa de escala 1/35 000, el cual representa las zonas de recarga hídrica según su potencial en la microcuenca del río Laupayhuaycco, la cual permite identificar, caracterizar y medir dichas áreas según su potencial para la recarga hídrica.

RECOMENDACIONES

1. A las instituciones involucradas en el área de estudio se recomienda promover la elaboración de un plan de manejo de la microcuenca del río Laupayhuaycco, el cual debe involucrar a los integrantes de las comunidades de Laupay para un mayor manejo y conservación de los recursos hídricos de la zona.
2. Crear proyectos para el almacenamiento del agua, teniendo en cuenta el mapa de zonas con potencial de recarga hídrica, como son las qochas o pequeñas infraestructuras de almacenamiento que permitan conservar y preservar los recursos hídricos en zonas con potencial de recarga hídrica ALTA a MUY ALTA.
3. Se recomienda también la implementación de zanjas de infiltración en zonas con potencial de recarga hídrica MODERADA, puesto que las pendientes son favorables para esta actividad de conservación.
4. Implementar proyectos de conservación de suelos y reforestación en zonas con potencial de recarga hídrica de BAJA a MUY BAJA.
5. El presente trabajo solo consideró parámetros locales, los cuales pueden ser modificadas y adecuadas para la implementación de dicho modelo en las diferentes realidades de nuestro país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alcalá, B., & López, Á. (2017). Zonas con potencial agroturístico en la región citrícola de Nuevo León, México: un análisis a partir del álgebra de mapas. *Cuadernos de Turismo*, 39, 17–40. <https://doi.org/10.6018/turismo.39.290371>
- Aparicio, F. J. (1992). *Fundamentos de Hidrología de Superficie* (1a. ed.). LIMUSA S.A.
- Arela, R. W. (2014). *Manejo y Protección de Zonas de Recarga Hídrica y Fuentes de Agua Para Consumo Humano en la Microcuenca del Río Huayllani, Lampa*. Tesis Para Optar el Título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano.
- Aznar, J., & Guijarro, F. (2012). *Nuevos Métodos De Valoración Modelos Multicriterio* (2a ed.). Universidad Politécnica de Valencia. https://www.academia.edu/19702734/NUEVOS_MÉTODOS_DE_VALORACIÓN_MODELOS_MULTICRITERIO
- Bueso, M. L. (2010). *Identificación y Carecterización de las Zonas con Mayor Potencial de Recarga Hídrica en las Subcuencas de los Ríos Tacó y Shusho, Municipio de Chiquimula*. (Informe de Investigación). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-CONCYT.
- Carrica, J. C., & Lexow, C. (2004). Evaluación de la Recarga Natural al Acuífero de la Cuenca Superior del Arroyo Napostá Grande, Provincia de Buenos Aires. *Revista de La Asociación Geológica Argentina*, 59 (2), 281–290. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-48222004000200011
- Chamorro, K. (2016). *Identificación y caracterización de las zonas de recarga hídrica mediante herramientas SIG de los acuíferos La Carbonería, Guaraczapas, Yuyucocha y Santa Clara para la protección de las fuentes de aprovisionamiento de agua en la zona urbana de Ibarra* [tesis Para la Obtención del Título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6920>
- Clausen, T. J. (2004). *Integrated water resources management (IWRM) and water efficiency plans by 2005: Why, what and how*. Global Water Partnership. <http://www.tnmckc.org/upload/document/bdp/2/2.7/GWP/TJC-0401.pdf>
- Congreso de la Republica (2009). *Ley N° 29338 “Ley de los Recursos Hídricos”*. Diario Oficial El Peruano. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-Nº-29338.pdf>

- De Moya, N. (1992). *El agua en el manejo de cuencas. El Colegio Verde - CORPONARIÑO-GTZ.*
- Donis, L. fernanda. (2015). *Identificación de Zonas de Recarga Hídrica en la Microcuenca del Río Negro, Ciudad de Guatemala* [Tesis Para Obtener el Título de Ingeniera Ambiental, Universidad Rafael Landívar]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/15/Donis-Luisa.pdf>
- Girimonte, P., & Garcia, J. (2020). El Índice NDVI Y La Clasificación De Áreas Sembradas Aprendizaje Automático No Supervisado “K-MEANS.” *Revista de Investigación En Modelos Matemáticos Aplicados a La Gestión y Economía, I*, 39–52. <https://www.economicas.uba.ar/wp-content/uploads/2016/04/Girimonte-Garcia-Fronti.pdf>
- Global Water Partnership. (2009). *Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas.* <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UTP.15721/Description>
- Gobierno Regional de Ayacucho. (2012). *Desarrollo de Capacidades en Zonificación Ecológica Económica Ayacucho.* <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/zonificacion-ecologica-economica-ayacucho>
- Gutierrez, L. F. (2020). *Zonificación Agroecológica Del Duraznero, Usando Sistemas De Información Geográfica En El Distrito De San Pablo De Pillao, Huánuco* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4604>
- Martinez, J. C. (2020). *Elaboración de Mapas de Cobertura Vegetal y Uso Actual de Suelo Como Herramienta de Planificación Para la Conservación de los Recursos Hídricos en el Municipio de Arani.* Water For People. org/wp-content/uploads/sites/2/2021/11/Mapas-de-Coberturas-para-Planificar-RRHH-en-Arani-Nota-Tecnica-Julio-2020.pdf
- Matus, O., Faustino, J., & Jiménez, F. (2009). *Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica: Aplicación Práctica en la Subcuenca del Río Jucuapa, Nicaragua.* CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8339>
- Ordoñez, J. J. (2011). *Ciclo hidrológico “Contribuyendo al Desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico.”* Sociedad Geográfica de lima. https://www.academia.edu/11099629/_Contribuyendo_al_desarrollo_de_una_Cultura_del_Agua_y_la_Gestión_Integral_de_Recurso_Hídrico_CICLO_HIDROLÓGICO_CICLO_HIDROLÓGICO
- Ramírez, E., Sánchez, C., Enríquez, M. del R., & Guriérrez, M. del R. (2017). Identificación

de sitios potenciales de recarga de acuíferos mediante uso de vehículos aéreos no tripulados en la Universidad del Mar campus Puerto Ángel. *Ciencia y Mar*, XXI(63), 13–18.

https://www.researchgate.net/publication/328890053_Identificacion_de_sitios_potenciales_de_recarga_de_acuiferos_mediante_vehiculos_aereos_no_tripulados_en_la_U
MAR

REMURPE. (2013). Guía de la gestion integrada de los recursos hídricos para gobiernos locales. *Biblioteca Nacional Del Perú*, 53(9), 1–92.
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-gestion-integrada-recursos-hidricos-gobiernos-locales>

Ruíz, M. E., Orozco, M. E., Granados, R., & Álvarez, G. (2017). Cambio de Uso de Suelo e Índice de Vegetación de diferencia normalizada (NDVI), Subcuenca Del Río Salado ,. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*, 39–50.

Umaña, E. (2002). *Manejo de Cuencas Hidrográficas y Protección de Fuentes de Agua*.
https://www.academia.edu/4590973/actividades_tecnicas_para_el_manejo_de_cuencas

Vásquez, A., Mejía, A., Faustino, J., Terán, R., Vásquez, I., Díaz, J., Vásquez, C., Castro, A., Tapia, M., & Alcántara, J. (2016). *Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas*. Editorial-UNALM.

Villón, M. (2002). *Hidrologia* (2da ed.). Editorial Villón.

World Vision. (2004). *Manual de manejo de cuencas*.

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. PAUL ELIADES RIVAS OZEJO
R.D. N° 055-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los Siete días del mes de marzo del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del jurado conformado por el Ing. Efraín Chuchón Prado, M.Sc. Federico Quicaño Suárez como asesor, Ph.D. Sandra Del Águila Ríos; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco - Santillana - Huanta - Ayacucho, 2020.** Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola presentado por la Bachiller **PAUL ELIADES RIVAS OZEJO.**

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Ing. Efraín Chuchón Prado	15	14	14	14
M.Sc. Federico Quicaño Suárez	17	15	15	16
Ph.D. Sandra Del Águila Ríos	16	13	13	14
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

.....
Ing. Efraín Chuchón Prado
Presidente

.....
M.Sc. Federico Quicaño Suárez
Asesor

.....
Ph.D. Sandra Del Águila Ríos
Jurado

.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco – Santillana – Huanta, Ayacucho – 2020

Autor : Paul Eliades Rivas Ozejo
Asesor : Federico Quicaño Suárez

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **catorce por ciento (14 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2404375547

Ayacucho, 17 de junio de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación y tesis

Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco – Santillana – Huanta, Ayacucho – 2020

por Paul Eliades Rivas Ozejo

Fecha de entrega: 17-jun-2024 04:46p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2404375547

Nombre del archivo: 0.00_TESIS_PAUL_CORREGIDO_16_06_2024.docx (19.75M)

Total de palabras: 13711

Total de caracteres: 74545

Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en la microcuenca del río Laupayhuaycco – Santillana – Huanta, Ayacucho – 2020

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
3	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	1%
4	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	1%
6	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1%
7	www.catie.ac.cr Fuente de Internet	1%
8	vsip.info Fuente de Internet	1%

9	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
13	ri.uaemex.mx Fuente de Internet	<1 %
14	cunori.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
15	kipdf.com Fuente de Internet	<1 %
16	sinia.minam.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	thewashroom.waterforpeople.org Fuente de Internet	<1 %
18	sigrid.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
19	orton.catie.ac.cr Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo