

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



Relación entre la capacidad de infiltración y la capacidad de adaptación frente al efecto de disminución de la disponibilidad de recurso hídrico, Quebrada Quilcayhuanca, Parque Nacional Huascarán

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN
DESARROLLO AMBIENTAL**

AUTORA

Maylhí Greta Quispe Palomino

ASESORA

Dra. Ana Sabogal Dunin Borkowski

Julio, 2019

RESUMEN

El efecto de disminución de la disponibilidad de recurso hídrico asociado al peligro climático de desglaciación se manifiesta en la cuenca alta del río Santa durante la época de estiaje y, es percibido por los usuarios de este recurso, generando la disminución de ciertas actividades productivas que dependen de este. Sin embargo, el impacto de dichos efectos, en la actualidad se ve compensado por el aporte del agua de ablación, el cual al disminuir por efecto del retroceso glaciar generará una escasez severa del recurso. Por lo indicado, la presente investigación busca determinar la relación entre la capacidad de adaptación del Sistemas Socio-Ecológicos (SSE) frente al efecto descrito y, la capacidad de infiltración (como medida de la cantidad de recurso hídrico que permite el ingreso de la precipitación al SSE y un indicador de la disponibilidad de recurso hídrico). El estudio se desarrolló en la quebrada Quilcayhuanca, perteneciente a la cuenca alta del río Santa y ubicada al interior del Parque Nacional Huascarán. Involucró la evaluación de los elementos del SSE, para identificar el elemento sensible que al incrementar su capacidad de adaptación mejore a su vez su capacidad de infiltración. Los resultados revelan que el elemento más sensible del SSE en estudio frente al efecto del peligro climático indicado, es la propensión de la actividad ganadera de restringirse por la escasez de pastos, asociando el efecto de disminución del recurso hídrico a una disminución de la precipitación efectiva. Además, el sobrepastoreo y la compactación son factores, diferentes al Cambio Climático, que disminuyen la capacidad de infiltración y generan presión sobre el elemento sensible, afectando su capacidad de adaptación. Asimismo, al analizarse el SSE que comprende a los pastizales de la Quebrada en estudio, se evidenció el sobrepastoreo y la compactación son resultado de la productividad del sistema, la falta de sistematización de información que contribuya a conocer más acerca de su dinámica, la importancia de los recursos para los usuarios y las reglas de elección colectiva vigentes al ser los principales factores de amenaza para la sostenibilidad del uso de los recursos en el área en estudio y por lo mismo, atentan contra su capacidad de adaptación. En tanto que el Liderazgo y las normas sociales establecidas son aspectos potenciales para introducir valores ambientales en el SSE y generar acuerdos institucionales a diferentes niveles y de naturaleza flexible, para establecer valores ambientales y generar acuerdos institucionales a diferentes niveles de naturaleza flexible, para fortalecer la gobernanza y el uso sostenible de los pastizales.

Palabras clave: *desglaciación, ablación, vulnerabilidad, capacidad de adaptación, capacidad de infiltración, pastizales, Sistema Socio-Ecológico*

SUMMARY

The effect of the decrease in the availability of water resources associated with the climatic danger of de-glaciation is manifested in the upper basin of the Santa River during the low water season and is perceived by the users of this resource, generating the decrease of certain productive activities that depend on it. However, at present, the effects of the climatic danger of deglaciation are compensated by the contribution of ablation water, which when is reduced by the effect of glacial retreat will generate a severe scarcity of the resource. Therefore, this research seeks to determine the relationship between the capacity of adaptation of the Socio-Ecological Systems (SES) against the described effect and the infiltration capacity (as a measure of the amount of water resource that allows precipitation to enter the SES and an indicator of water resource availability). The study was carried out in Quilcayhuanca Creek, which belongs to the upper basin of the Santa River and is located inside Huascarán National Park. It involved the evaluation of the elements of the SES, to identify the sensitive element that when increasing its capacity of adaptation improves in turn its capacity of infiltration. The results reveal that the the most sensitive element of the SSE in study is the propensity of livestock activity to be restricted by the scarcity of pastures, associating the effect of diminishing water resources with a decrease in effective precipitation. In addition, overgrazing and compaction are factors other than climate change that reduce infiltration capacity and generate pressure on the sensitive element, affecting its capacity of adaptation. Likewise, upon analyzing the SSE that includes the pastures of the Quebrada under study, it was evidenced that the productivity of the system, the lack of systematization of information that contributes to know more about it is dynamics, the importance of the resources for the users and the rules of collective election are the main threat factors for the sustainability of the use of the resources in the area under study and therefore, attempt against its capacity of adaptation. While Leadership and established social norms are potential aspects to establish environmental values and generate institutional agreements at different levels and flexible nature, to strengthen governance and sustainable use of rangelands.

Keywords: de-glaciation, ablation, vulnerability, adaptive capacity, infiltration capacity, grasslands, Socio-Ecological System

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su apoyo incondicional y presencia constante, son un ejemplo para mi desarrollo personal y profesional.

A Freddy, por su ayuda, colaboración y comprensión durante el desarrollo del presente estudio.

A mi asesora, la Dra. Ana Bozena Sabogal Dunin Borkowski, por su disposición y apoyo para orientar el tema y desarrollar la investigación.

Al instituto de Montaña, por su apoyo para el acceso de documentos, la asesoría y asistencia respecto de las metodologías desarrolladas por dicha institución.

Al Programa Nacional de Innovación Agraria – PNIA, por el financiamiento otorgado para la conclusión de los estudios de la maestría y el desarrollo del trabajo de campo de la tesis.

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, profesores Carlos Alberto Llerena Pinto y Rosa María Hermoza Espezúa, por su apoyo y buena disposición.

A la Jefatura del Parque Nacional Huascarán, el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña y, a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, por las facilidades para el acceso a información y gestiones necesarias.

Finalmente, mi agradecimiento al Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca, por participar de la investigación, la confianza y sus valiosos aportes.

ÍNDICE

GLOSARIO	10
INTRODUCCIÓN	12
1. ASPECTOS GENERALES	19
1.1 Hipótesis	19
1.2 Pregunta de investigación	19
1.3 Objetivos de la tesis	19
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1 Infiltración	20
2.1.1 Capacidad de infiltración	22
2.2 El sobrepastoreo y la capacidad de regulación hídrica	23
2.3 Las Medidas de adaptación <i>no-regrets</i>	26
2.4 Los bienes comunes y los SSE	31
3. METODOLOGÍA	41
3.1 Salida de campo preliminar	41
3.2 Zona de estudio	42
3.2.1 Ubicación	42
3.2.2 Accesibilidad	43
3.2.3 Clima	43
3.2.4 La cobertura vegetal de la quebrada de Quilcayhuanca	43
3.2.5 Parque Nacional Huascarán y el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca	47
3.3 Metodología para analizar los registros climáticos de intensidad y cantidad de precipitación	50
3.4 Metodología para determinar la capacidad de infiltración de la zona de estudio	51
3.4.1 Muestreo	51
3.4.2 Caracterización de suelo	52
3.4.3 Tasa de infiltración	53
3.4.4 Densidad aparente	55
3.4.5 Vegetación	56
3.5 Metodología para identificar los factores del Sistema Socio – Ecológico (SSE) que influyen en la capacidad de infiltración y la capacidad de adaptación	58
3.5.1 Taller Participativo	59
3.5.2 Entrevista	64
3.5.3 Procesamiento de la información generada.-	69
4. RESULTADOS	71

4.1	Análisis de los registros climáticos de intensidad y cantidad de precipitación	71
4.2	Capacidad de infiltración de la zona de estudio	72
4.2.1	Caracterización de suelo	75
4.2.2	Densidad aparente y contenido de humedad	76
4.3	Factores del sistema socio – ecológico que influyen en la capacidad de infiltración	78
4.3.1	Taller Participativo	78
4.3.2	Entrevistas	85
5.	DISCUSIÓN	96
6.	CONCLUSIONES	107
7.	BIBLIOGRAFÍA	109
8.	ANEXOS	121



Índice de Cuadros

Cuadro N° 1.- Capacidad de Carga de los tipos de pastos.....	24
Cuadro N° 2. Variables que afectan la capacidad de autoorganización de los usuarios	37
Cuadro N° 3. Ubicación geográfica de la zona de estudio	43
Cuadro N° 4. Distribución de Tipos de Vegetación de la quebrada Quillcayhuanca.....	44
Cuadro N° 5. Clases de especies identificadas en la quebrada Quillcayhuanca.....	45
Cuadro N° 6. Ubicación de la estación meteorológica	51
Cuadro N° 7. Esquema empleado para realizar entrevistas a los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca	66
Cuadro N° 8. Esquema empleado para realizar entrevistas a los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca	69
Cuadro N° 9. Valores promedio de velocidad de infiltración instantánea (cm/h).....	73
Cuadro N° 10. Registro de las características de pH de suelos evaluados.....	76
Cuadro N° 11. Registro de las características de materia orgánica de los suelos evaluados.	76
Cuadro N° 12. Densidad aparente de los suelos evaluados	77
Cuadro N° 13. Concentración de fósforo en las parcelas evaluadas	77
Cuadro N° 14. Análisis de las características del Sistema Socio Ecológico.....	102

Índice de Gráficos

Gráfico N° 1. Los subsistemas centrales en un marco de análisis de sistemas socio- ecológicos.....	36
Gráfico N° 2. Distribución de la parcela en estudio	52
Gráfico N° 3. Distribución de la precipitación por año (mm/mes).....	71
Gráfico N° 4. Días de lluvia por mes	72
Gráfico N° 5. Velocidad de infiltración Instantánea (cm/hora).....	73
Gráfico N° 6. Velocidad de infiltración Acumulada (cm/hora.....	74
Gráfico N° 7. Subsistemas centrales del SSE del sector Olivo.	101

Índice de Imágenes

Imagen N° 1. Retiro de material orgánico y medición de la apertura realizadaFuente: Registro propio.....	53
Imagen N° 2. Muestras de suelo pesadas y almacenada para derivarse al laboratorio	53
Imagen N° 3. Proceso de Instalación de los anillos en las subparcelas	54

Imagen N° 4. Ensayo de infiltración en curso	54
Imagen N° 5. Calicata terminada para tomar muestras de densidad aparente	55
Imagen N° 6. Cilindro introduciéndose en una de las caras laterales de la calicata	55
Imagen N° 7. Almacenamiento temporal de la muestra.....	56
Imagen N° 8. Preparación de balanza para realizar el primer pesaje de la muestra de suelo.	56
Imagen N° 9. Registros de flora realizados en la sub parcela 3.....	57
Imagen N° 10. Registros de flora realizados en la sub parcela 1.....	57
Imagen N° 11. Registros de flora realizados en la sub parcela 1.....	57
Imagen N° 12. Registros de flora realizados en la sub parcela 2.....	58
Imagen N° 13. Miembros de la Junta Directiva del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca al término de la sesión 1 del taller.....	61
Imagen N° 14. Diapositiva impresa empleada para esquematiza el problema de estudio.....	61
Imagen N° 15. Usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca durante el desarrollo de la sesión 2 del taller.....	63
Imagen N° 16. Usuario del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca exponiendo acerca de la alimentación de los animales en la zona de estudio.....	64
Imagen N° 17. Registros realizados en las subparcelas 1 y 4 pertenecientes a la parcela 1, asociada al tipo de pasto Bofedal	75
Imagen N° 18. Registros realizados en las subparcelas 2 y 3 pertenecientes a la parcela 2, asociada al tipo de pasto Complejo Arbustal - Matorral.....	75
Imagen N° 19. Mapa parlante acerca de la distribución de los sectores en la que quebrada Quilcayhuanca, realizad durante la sesión 1 del taller.	80
Imagen N° 20. Animales alimentándose de pastos, durante la visita realizada.....	83
Imagen N° 21. “raquish” <i>Weneria nubigea</i> desarrollándose en zonas colindantes a la zona de estudio, delimitando el área de pastos de los cuales se pueden alimentar los animales.....	83
Imagen N° 22. Curso de agua permanente, ubicado al frente de la zona de estudio, identificado de manera conjunta como una zona en la que se podrían mejorar pastos.	84
Imagen N° 23. Quebrada Quilcayhuanca, evidenciando en su color naranja los elevados niveles de metales pesados que presenta (INAIGEM, 2018b)	84

Imagen N° 24. Fuente de agua generada producto de filtración y que desemboca en la quebrada Quilcayhuanca 84



GLOSARIO

Ablación.- Es el conjunto de procesos tales como la fusión, evaporación y sublimación, que tiene como resultado la reducción de la masa glaciar. Es un término generalmente empleado en el balance de masa glaciar, ya que al sumarse a los montos de alimentación del glaciar (recarga) permite concluir si la masa del glaciar disminuye, se incrementa o se mantiene en equilibrio, durante el periodo de evaluación (Francou y Pouyaud, 2008, p. 10).

Fusión.- Es un proceso físico que implica el cambio del estado de la materia, del estado sólido al estado líquido. La fusión glaciar, por tanto implica la conversión de las masas sólidas que forman parte del glaciar, al recurso hídrico en estado líquido, que fluye producto de la ablación (Baraer et al., 2012; Francou y Pouyaud, 2007, p. 23).

Peligro.- *“Es la ocurrencia potencial de un suceso, tendencia o impacto físico que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios y recursos ambientales. Para su análisis, se deben considerar las tendencias climáticas y productivas del territorio que se encuentra dentro de su área de impacto, las proyecciones climáticas (generadas a partir de escenarios de emisiones y modelos climáticos) y la información histórica de la ocurrencia de este”* (German Society For International Cooperation, Ministerio Del Ambiente y Ministerio De Economía Y Finanzas, 2017, p. 2)

Exposición.- Se refiere a la ubicación de un elemento, actividad, servicio u otro dentro del área de impacto de un peligro. En el presente estudio, el área de impacto del peligro climático de desglaciación comprende al Sistema Socio Ecológico en estudio (GIZ et al. 2017).

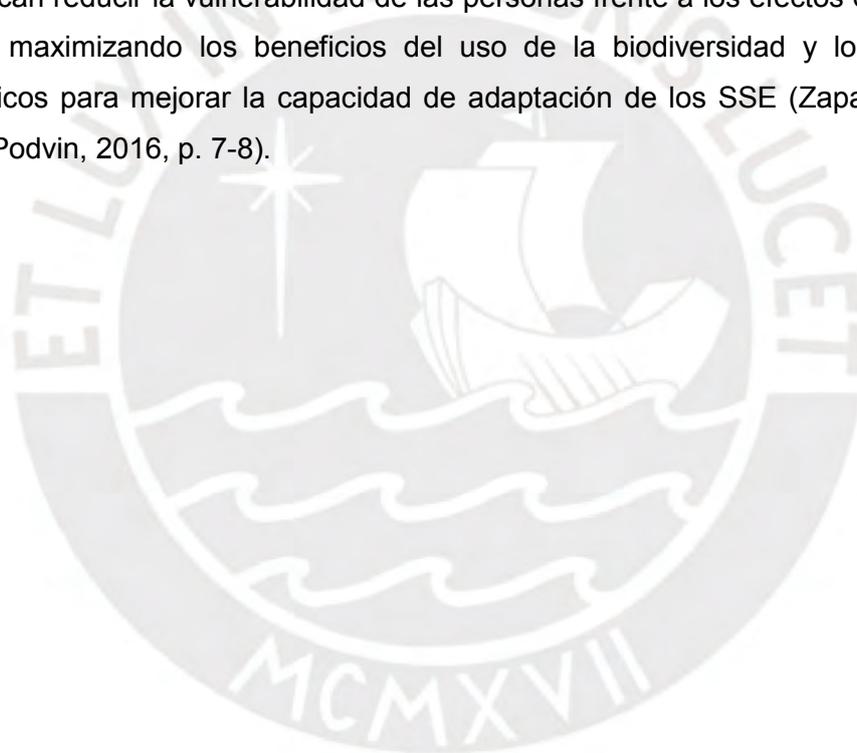
Vulnerabilidad.- Es la propensión o predisposición del SSE de ser afectado negativamente por los efectos del peligro climático estudiado. El grado de vulnerabilidad del SSE depende de su sensibilidad y capacidad de adaptación (IPCC, 2014; GIZ et al. 2017).

Sensibilidad.- Es el grado en el que un sistema puede ser afectado, negativa o positivamente por los cambios climáticos. El grado de sensibilidad no solo es

determinado por la exposición del SSE, sino además por las características o componentes de este que puedan verse afectados (GIZ et al. 2017).

Capacidad de Adaptación.- Es la capacidad del SSE de ajustarse a los efectos del peligro climático, al responder o resistir los efectos negativos que este pueda generar y/o aprovechar los efectos positivos que se deriven de este (IPCC, 2014; GIZ et al. 2017).

Adaptación *robustas* o *no-regrets*.- Es una estrategia para implementar medidas de adaptación en un contexto de incertidumbre climática, cuyo objetivo es desarrollar acciones que generen resultados y beneficios netos independientes de los escenarios climáticos que se presenten. Las medidas de Adaptación Basadas en Ecosistemas no-regret buscan reducir la vulnerabilidad de las personas frente a los efectos del Cambio Climático, maximizando los beneficios del uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para mejorar la capacidad de adaptación de los SSE (Zapata, Torres, Gómez y Podvin, 2016, p. 7-8).



INTRODUCCIÓN

La cuenca alta del río Santa es vulnerable frente a los efectos del peligro climático de desglaciación por el acelerado retroceso glaciar (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014, p. 5). En los glaciares de los Andes peruanos, la ablación ocurre durante todo el año, mientras que la acumulación de hielo ocurre sólo en la época de precipitaciones, observándose que esta dinámica no permite la recuperación total de la masa glaciar. Sin embargo, las dimensiones del retroceso glaciar y su impacto dependen de las condiciones climatológicas (Kaser y Osmaston, 2002 cit. en Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña, 2018).

En la cuenca alta del río Santa, los glaciares amortiguan las variaciones de disponibilidad de recurso hídrico en las fuentes de agua superficiales, entre la época de lluvias y la época seca. Sin embargo, su capacidad se ve disminuida por la acelerada contracción de estos, estimándose que la superficie glaciar ha disminuido en un 30% entre 1930 y 1990. En consecuencia, se observa por ejemplo que en las cuencas glaciares Llanganuco, Querococha y Quilca la descarga de la corriente durante la estación seca (entre los meses de mayo a octubre) aumentó significativamente hasta comienzos de los años ochenta, no obstante desde el año 1983 ha disminuido considerablemente (George, 2004).

La tendencia indica que los amortiguadores de agua de deshielo de los glaciares se descargan solo temporalmente en las cuencas hidrográficas locales y, que es probable que el flujo futuro de la corriente, durante la estación seca, disminuya aún más. Dicha tendencia es atribuible a la disminución de la capacidad de reserva de los glaciares, ya que un análisis desarrollado entre el 2004 y el 2008 evidencia que durante la estación seca, los glaciares de la Cordillera Blanca describen una tendencia de agotamiento progresivo, a diferencia de las aguas no glaciares de la Cordillera Negra que no muestran cambios sistemáticos (Mark y Seltzer, 2003).

El retroceso de la superficie glaciar en el Parque Nacional Huascarán (PNH) atenta contra el desarrollo de actividades productivas que dependen del caudal del río Santa. El agua de fusión representa entre 10% y 20% del caudal del río Santa, pudiendo representar hasta un 40% de este, durante la época de estiaje (Villanueva, 2011b). Por lo que, la desaparición de los glaciares expondrá a la cuenca a una consecuente disminución de la disponibilidad de recursos hídricos, siendo esta más severa durante

la época de estiaje (abril –setiembre) (Mark y Seltzer, 2003). Actualmente, la disminución de los caudales ha generado el descenso de las actividades productivas debido al déficit del agua en las fuentes superficiales, durante la época de estiaje. Villanueva (2011a), sostiene que la cantidad de parcelas agrícolas ha decrecido en las cuencas alta, media y baja y, que la actividad ganadera ha decrecido en la cuenca media.

Si el agua de fusión desapareciera, el caudal durante la época de estiaje será altamente dependiente de las aguas subterráneas, cuya capacidad de provisión depende, entre otros factores, de su capacidad de recarga. En este caso, las aguas subterráneas y los procesos que garantizan que estas abastezcan los cursos de agua superficiales, empleados para el desarrollo de actividades productivas, podrían ser los que determinen la capacidad de adaptación de la cuenca del río Santa frente al efecto de la desglaciación sobre el caudal. De acuerdo a un estudio realizado en las cuencas glaciares Llanganuco, Querococha y Quilcay, el aporte de las aguas subterráneas a los caudales de los cursos de agua es tan esencial como el agua de fusión, en particular durante el segundo trimestre del año, variando su contribución en función a la superficie glaciar (Mark y Seltzer, 2003).

Sin embargo, la recarga del agua subterránea depende a su vez de varios factores, entre ellos, las funciones hidrológicas de la cuenca generadas por los ecosistemas. Por ende, depende de las condiciones biofísicas de la cuenca, tales como: tipo de cobertura, suelo, intensidad de la precipitación, prácticas de manejo, pendiente del terreno, las formaciones geológicas y la geomorfología, entre otros (Quintero, 2010). Un indicador que permite medir cómo las condiciones biofísicas interactúan y determinan la cantidad de agua que puede ingresar al suelo para recargar las aguas subterráneas es la tasa de infiltración (Quintero, 2010; López y Mintegui, 1986).

La infiltración es el proceso mediante el cual el agua penetra en el suelo, a través de aberturas y poros de tamaño variable. La relación entre la cantidad de agua disponible (en la cuenca del río Santa gran parte de esta es agua de fusión) y la tasa de infiltración determina la cantidad de agua que penetra y, la escorrentía directa que alimenta los cauces. En ese sentido, los factores que influyen en la tasa de infiltración (las variables ambientales, la matriz del suelo, el tipo de cobertura vegetal y otros) determinan la cantidad de agua que puede penetrar en un momento dado (Selby, 1970 cit. en Fabian 2008; Schosinsky, 2006).

De los factores mencionados, la cobertura vegetal influye en la tasa de infiltración, en función del tipo, extensión y condición ecológica. En la cuenca del río Santa se observó que el tipo de cobertura vegetal de bosques presenta una tasa de infiltración mayor (85%), respecto de los tipos de cobertura de pajonal alto (tasa de 75%), pajonal corto (tasa de 54%) y suelo desnudo (tasa de 25%). Sin embargo, es mayor el aporte de la cobertura de pajonal, por presentarse en mayor extensión en la cuenca (64%). Asimismo, se aprecia que la condición ecológica de los diferentes tipos de cobertura vegetal es pobre en todos los casos, por lo que no influye en las tasas de infiltración observadas (Villanueva, 2011a).

Existen diferentes factores que al influir en las condiciones biofísicas de la cuenca, pueden a su vez alterar la tasa de infiltración. Las variaciones en la temperatura y la precipitación asociadas al Cambio Climático por ejemplo, afectan el desarrollo de los diferentes tipos de cobertura vegetal, el suelo y otros (Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente - Gobierno Regional de Ancash 2017, Obregón et al. 2009).

Los efectos de los peligros climáticos asociados al CC ya son percibidos por los usuarios de la quebrada Quilcayhuanca (perteneciente a la cuenca alta del río Santa), al observarse un incremento de la variabilidad, interanual o estacional, en eventos climáticos como períodos de heladas más largos y/o severos que ocasionan cambios en los ciclos agrícolas y, variaciones en la temperatura (Mark, B., J. Bury, McKenzie, J., A. French y Baraer, M., 2010).

Otros factores que influyen en las condiciones biofísicas de la cuenca se asocian al uso de recursos para el desarrollo de actividades productivas, también conocidos como factores de presión y amenaza. Entre dichos factores, se mencionan al sobrepastoreo y el cambio de uso de suelo por crecimiento de las áreas agropecuarias, los cuales generan un deterioro del ecosistema y de sus funciones hidrológicas, al modificar la condición de los factores biofísicos (Villanueva, 2011a; Villanueva, 2011b).

Lo descrito evidencia que la cuenca del río Santa es vulnerable al efecto de disminución del recurso hídrico, asociado al peligro climático de desglaciación, debido a los efectos del retroceso glaciar (el cual se acelera e intensifica) y, la importancia del recurso hídrico para el desarrollo de actividades productivas en la cuenca. Además, por la existencia de factores de presión y amenaza, no asociados al CC, que afectan su capacidad de adaptación al efecto de disminución del recurso hídrico (German Society For

International Cooperation, Ministerio Del Ambiente y Ministerio De Economía y Finanzas, 2017).

La exposición al efecto de disminución del recurso hídrico se debe a la dependencia de los caudales de agua superficial de las funciones de almacenamiento y regulación que ejercen los glaciares. Los elementos de la cuenca más sensibles son todas las actividades que dependen del recurso hídrico para su desarrollo, resaltando que esta abastece a centrales hidroeléctricas como El Cañon del Pato e infraestructura de riego como Chavimochic. Por lo que, la disminución del recurso hídrico no solo tiene implicancia en las actividades que se desarrollan en la cuenca alta, sino también en todas las actividades que se proveen de este recurso (GIZ et al., 2017; la IPCC, 2014).

Asimismo, la capacidad de adaptación de los elementos sensibles de la cuenca se ve afectada por los efectos del CC en sus funciones hidrológicas y, por las implicancias negativas de ciertas actividades productivas, tales como la deforestación, el sobrepastoreo, la contaminación, etc (GIZ et al., 2017).

Resalta, sin embargo, que pese a la importancia de la cuenca del río Santa y el riesgo ante el cual se encuentran sus funciones hidrológicas, su vulnerabilidad frente al peligro climático de desglaciación no ha sido evaluada ni cuantificada. Su vulnerabilidad, al momento, se ve expresada en las percepciones de los usuarios de recurso hídrico más próximos a la cuenca, acerca de las consecuencias del CC (Mark et al., 2010).

El presente estudio aborda la problemática descrita, tomando como referencia un sector de la quebrada Quilcayhuanca, la cual forma parte de la cuenca alta del río Santa y se encuentra al interior del PNH. Considerado que; el conjunto de elementos comprendidos en el área de estudio, los procesos asociados a su aprovechamiento y la dinámica que se desarrolla en torno a estos, son parte de un Sistema Socio-Ecológico (SSE).

El SSE es la conjunción de los sistemas de recursos (agricultura, ganadería y otros sistemas asociados al aprovechamiento de los recursos del sistema), las unidades de recursos (pastos, animales, agua, etc), los sistemas de gobierno (la Jefatura del PNH, el Comité de Usuarios de la quebrada Quilcayhuanca, ect) y los usuarios que interaccionan y los generan (usuarios del Comité de Pastos de la quebrada Quilcayhuanca, guardaparques, el jefe del Área Natural Protegida, ect) (Ostrom 2011).

La quebrada Quilcayhuanca representa un caso particular, ya que al formar parte del PNH, un Área Natural Protegida (ANP) de categoría intangible, no debería ser empleada con fines productivos, sin embargo actualmente en sus márgenes se realiza ganadería extensiva. Dicha actividad está regulada por la Jefatura del PNH y solo puede realizarse por el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca, bajo los términos que establece la Jefatura (Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales de la Universidad Nacional Agraria La Molina 2014).

La forma de aprovechamiento de los pastos, antes señalada, ha generado un deterioro de la calidad y cantidad de pastos naturales, con desmedro de la rentabilidad de la actividad productiva. Asimismo, se desarrolla una actividad turística incipiente, de la cual los usuarios solo pueden obtener rentas y beneficios eventuales e indirectos (LEUP-UNALM, 2014).

Los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca participan además de actividades agrícolas, comerciales y ofertan su mano de obra, ya que parte de ellos tiene viviendas ubicadas a una elevación más baja (3 300 msnm sobre el nivel del mar) y en áreas no superpuestas al PNH. Asimismo, debido a la proximidad a la ciudad de Huaraz, muchos miembros del hogar pueden trasladarse a trabajar a la ciudad (Mark et al., 2010).

El sistema de recursos al cual está sujeta la quebrada, genera una forma particular de acceso y gestión de los recursos, puesto que se limita el aprovechamiento de estos a los usuarios directos y, se traslada la responsabilidad y conservación de su gestión al Estado, el cual toma decisiones considerando los intereses de usuarios directos e indirectos (Feeny, Berkes, McCay, y Acheson, 1990, McCay y Jentoft, 1998, Liu et al., 2007; Poteete, 2010; Moran, 2010).

No obstante el deterioro de las unidades de recursos que comprende la quebrada, evidencia que las características actuales del SSE no han evitado que el sobrepastoreo haya generado la compactación del suelo. Lo que, a su vez generó una disminución de la calidad y cantidad de pastos y afectó las funciones hidrológicas de la cuenca, al disminuir la capacidad de infiltración e indirectamente la capacidad de recarga de aguas subterráneas (Feeny et al., 1990; Liu et al., 2007; McCay y Jentoft, 2002; Moran, 2010; Poteete, 2010).

Por lo expuesto, el régimen de derechos al que actualmente se encuentran sujetos los recursos comprendidos en el SSE en estudio, basado en una gobernanza compartida (regulación estatal junto a la autogestión de los usuarios), ha resultado en el deterioro de los diferentes beneficios que se podrían obtener de estos (Feeny et al., 1990; Liu et al., 2007; McCay y Jentoft, 2002; Moran, 2010; Poteete, 2010).

Sin embargo, se han estudiado tipos de regímenes de derecho de propiedad sobre recursos como una alternativa viable para evitar su sobreexplotación. Siendo además, una oportunidad que permitiría capitalizar el conocimiento local y, a largo plazo, el interés propio de los usuarios por la conservación de los recursos, al permitir la generación de un espacio para la coordinación entre los usuarios y, la priorización de usos relevantes que pueden ser implementados a escalas mayores y con menor inversión (Feeny et al., 1990; Liu et al., 2007; McCay y Jentoft, 2002; Moran, 2010; Poteete, 2010).

Asimismo, Feeny et al. (1990) describen las características que al confluir podrían generar el colapso de recursos en un SSE, resaltando que estas son difíciles de observar en torno al aprovechamiento de un recurso. Las características a las cuales hacen referencia los autores son las siguientes: la confluencia de sistemas de acceso abierto muy grandes y de gran valor y, con recolectores de recursos diversos, sin comunicación entre ellos, desarrollando sus actividades sin reglas o normas establecidas para administrarlos (Feeny et al. 1990).

El ámbito en el cual se plantea el desarrollo de la investigación, un sector de la quebrada Quilcayhuanca, no cuenta con un análisis de vulnerabilidad, sin embargo los efectos del peligro climático de desglaciación sobre la disponibilidad de recurso hídrico se vienen manifestando y son percibidos por la población (Mark y Seltzer 2003, Mark et al. 2010). Esto, evidencia la exposición de la quebrada de Quilcayhuanca al peligro climático indicado. Asimismo, existen factores de amenaza no vinculados al Cambio Climático que al atentar contra la salud de los ecosistemas disminuyen su capacidad de adaptación (IPCC 2014; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza e Instituto de Montaña, 2016).

El presente estudio no se centra en analizar la vulnerabilidad del SSE frente a los efectos del antes referido peligro climático, sino busca aproximarse a una comprensión de las interacciones del SSE que atentan contra la capacidad de adaptación de este, frente a

los efectos del peligro climático que ya se perciben. Esto, ya que existen experiencias en las cuales se han formulado medidas de adaptación frente a los efectos del CC en base a mejorar dichas interacciones, conocidas como medidas de adaptación *robustas* o *no-regrets* (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014; PNUD et al., 2016). La aplicación de las medidas *no-regrets* es recomendable en entornos con alta incertidumbre climática como las punas andinas y, a escalas reducidas. Su formulación se justifica porque su implementación generaría una mejora en las características del SSE, al abordar la problemática entorno al deterioro de los recursos causada por factores no directamente atribuibles al Cambio Climático. En esa medida, al atender la referida problemática, se generarían mejoras en el SSE, incluso frente a un escenario sin Cambio Climático, disminuyendo así la sensibilidad de los elementos más expuestos por su dependencia del recurso hídrico (IPCC, 2014; PNUD et al., 2016).

En la zona de estudio existe evidencia de compactación y, debido a su relación inversa con la capacidad de infiltración, como factor de presión amenaza, limita en cierto grado la capacidad de recarga de las aguas subterráneas (González, 2015). En esa medida, disminuir las condiciones que fomentan la compactación o que no permiten la reversión de esta, podrían mejorar la capacidad de adaptación del SSE, frente a los efectos del peligro climático de desglaciación. Esto, al permitir que parte del volumen de agua de fusión que ya no será aportado a los cursos de agua superficial, sea reemplazado por el flujo de las aguas infiltradas (PNUD et al. 2016).

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 Hipótesis

La capacidad de adaptación del Sistema Socio-Ecológico, frente al efecto de disminución de la disponibilidad de recurso hídrico asociado al peligro climático de desglaciación, se incrementa al mejorar su capacidad de infiltración.

1.2 Pregunta de investigación

¿Cómo se relacionan la capacidad de adaptación del Sistema Socio-Ecológico (SSE), frente al efecto de disminución de la disponibilidad de recurso hídrico asociado al peligro climático de desglaciación, y la capacidad de infiltración?

- ¿Cuáles son los elementos del SSE sensibles al efecto de disminución de la disponibilidad de recurso hídrico asociado al peligro climático de desglaciación?
- ¿Cuál es la relación entre los elementos del SSE sensibles al efecto del peligro climático indicado y, los factores que determinan la capacidad de infiltración?
- ¿Cuáles son los factores, diferentes a los efectos del peligro climático indicado, que afectan a los elementos del SSE sensibles?

1.3 Objetivos de la tesis

Aportar evidencia que contribuya a demostrar que la capacidad de adaptación del Sistema Socio Ecológico (SSE), frente al efecto de disminución de la disponibilidad de recurso hídrico asociado al peligro climático de desglaciación, incrementa al mejorar la capacidad de infiltración.

- Determinar cuáles son los elementos del SSE sensibles al efecto de disminución de la disponibilidad de recurso hídrico asociado al peligro climático de desglaciación.
- Determinar la relación entre los elementos del SSE sensibles al efecto del peligro climático indicado y, los factores que determinan la capacidad de infiltración.
- Identificar los factores, diferentes a los efectos del peligro climático indicado, que afectan a los elementos del SSE sensibles.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Infiltración

La infiltración es el proceso de ingreso del agua, que puede ser derivada de la precipitación o de otras fuentes, desde la superficie hacia dentro del perfil del suelo. La tasa de ingreso del agua es mayor al inicio, en especial cuando el suelo está muy seco, para posteriormente disminuir hasta alcanzar un valor menor y constante (Hillel, 1982; Junes, 1987).

El movimiento del agua al ingresar al suelo puede darse en diferentes direcciones, sin embargo predomina el movimiento vertical (gravitacional) (Junes 1987; Vásquez, Vásquez, Vásquez y Cañamero, 2017). Este proceso determina la cantidad de agua que se escurrirá por la superficie del suelo y, la cantidad que ingresara al suelo (Junes, 1987). Del volumen de agua que ingresa: una cantidad retorna a la atmosfera por evapo transpiración, otra reemerge como caudal (agua superficial) y otra, recarga los depósitos de agua subterránea (Hillel, 1982).

Saber cuánta agua se infiltra permite conocer: la precipitación efectiva, el escurrimiento y el tiempo de estancamiento. Además es un indicador indirecto de la cantidad de agua disponible para las plantas terrestres y muchas otras formas de vida del suelo, y de la alimentación de los cursos de agua durante el periodo de estiaje (Forsythe, 1985; Maderey, 2005).

El proceso de infiltración y la velocidad a la cual se lleva a cabo depende de muchos factores: la humedad inicial, la capacidad de succión, la textura, estructura y uniformidad del perfil, compactación del suelo, aire en el suelo, facilidad de movimiento del agua en el interior del suelo, así como tipo de la cobertura vegetal, prácticas culturales realizadas, uso y manejo del suelo, contenido de la materia orgánica, precipitación, movimiento del agua en el suelo, temperatura del suelo y del agua, geomorfología y geología (González, 2014; Hillel, 1982; Junes, 1987; Little y Lara, 2010; Vásquez et al., 2017).

La precipitación influye en la capacidad de infiltración, ya que la intensidad de las tormentas determinará la cantidad de agua que puede infiltrarse por los poros del suelo. Si el volumen de agua es mayor a la capacidad de infiltración, el exceso de agua será parte de la escorrentía superficial, la cual, dependiendo del estado de la superficie del suelo, puede incrementar la turbidez del agua. Asimismo, la intensidad de la precipitación determina la capacidad que tienen las gotas de lluvia para romper la

estructura del suelo y generar a su vez el taponamiento de poros (López y Mintegui, 1986; Martínez y Navarro, 1996).

Las características del agua que afectan la infiltración son: la turbidez, la conductividad y la temperatura. La turbidez, entendida como la cantidad de materia en suspensión que transporta el agua, puede taponear los poros del suelo favoreciendo el encharcamiento. La conductividad, al ser la medida de sales disueltas, influye pues estas en ocasiones pueden formar flóculos con los coloides del suelo, pudiendo reducir la intensidad de la infiltración. La temperatura del agua influye en su permeabilidad, ya que a bajas temperaturas su ingreso al suelo se dificulta (López y Mintegui, 1986).

El grado de compactación de la superficie del suelo tiene una relación inversa con la capacidad de infiltración. La pendiente influye en el tiempo que el agua puede permanecer en la superficie para ser infiltrada, pues mientras más pronunciada la pendiente, el agua permanecerá menor tiempo en la superficie. El taponamiento de los poros superficiales del suelo limita la infiltración pues bloquea los poros del suelo que son los canales de ingreso para el agua a este, se puede generar por las partículas que pueden ser transportadas por el agua o el viento y es favorecido por el efecto de las gotas de lluvia en el suelo desnudo al disgregarlo (López y Mintegui, 1986, Maderey, 2005).

El contenido de humedad del suelo y la permeabilidad (facilidad de movimiento del agua en el suelo) influyen en la capacidad de infiltración al determinar la capacidad de transmisión del agua a través de los diferentes horizontes del suelo, limitándose el descenso del agua por el horizonte de más baja transmisibilidad (Valverde, 2007).

El contenido de humedad es una limitante porque a medida que el suelo se aproxime a su saturación, será menor la capacidad de infiltración. Cuando el suelo está seco, existen fuerzas capilares que hacen descender el agua con una fuerza que puede ser mayor a la gravedad. La permeabilidad depende de los poros del suelo de mayor tamaño, de su estabilidad ante el agua y distribución, ya que a través de ellos el agua se mueve por gravedad, es determinada por la textura del suelo, estructura y estabilidad, además de la actividad de determinados animales y, la vegetación (López y Mintegui, 1986, Maderey, 2005).

La vegetación favorece la permeabilidad por incorporar materia orgánica al suelo y por los poros que originan las raíces cuando se descomponen al perder actividad. La

materia orgánica que es mayor en suelos con cobertura forestal, contribuye a la formación de agregados, genera una mayor cantidad de espacios por donde puede circular el agua, siendo mayor su efecto cuando la estructura del suelo está más compactada. De otra parte, el sistema radicular, en particular en el caso de vegetación arbórea, al descomponerse crea canales libres o con material permeable (López y Mintegui, 1986).

La cobertura vegetal del suelo disminuye la velocidad de escurrimiento superficial, reduce y en algunos casos elimina el impacto del golpe de las gotas de lluvia (evitando la compactación generada por este factor). Asimismo, influye en la capacidad de absorción de agua de los suelos durante el congelamiento, evitando que se afecte la penetración del agua (incrementándose su efecto por el contenido de materia orgánica) (López, 1990, Maderey, 2005).

2.1.1 Capacidad de infiltración

Es la tasa a la cual el agua entra en el suelo en un intervalo de tiempo. Depende de la naturaleza del terreno y de su contenido de humedad, siendo máxima cuando la lluvia supera la capacidad de absorción del suelo, en cuyo caso se denomina *capacidad de infiltración del suelo* (Hillel, 1982; Salas, 2011). A mayor humedad en el suelo menor es su capacidad de infiltración, por lo que al registrarse en un suelo saturado coincide con la permeabilidad (Martínez y Navarro, 1996, Maderey, 2005).

Se pueden distinguir dos tipos de capacidad de infiltración: inicial y acumulada. La inicial se obtiene al inicio del proceso de medición y su valor depende de la humedad inicial del suelo y de la precipitación anterior. La infiltración acumulada es la lámina que se acumula en el suelo en el tiempo y se incrementa a medida que este transcurre (Blanco, 1999; Valverde, 2007).

La velocidad de infiltración se define como el volumen de agua que fluye dentro del perfil del suelo por unidad de área o superficie, en un tiempo determinado. Esta varía durante una tormenta, ya que al inicio es mayor y a medida que se absorbe el agua (al llenarse los intersticios del suelo ocasionando disminución en su circulación) adopta un valor constante (Molina, 1975).

Se pueden distinguir tres tipos de velocidad de infiltración: infiltración básica, cuando alcanza un valor constante al alcanzar una disminución de 10% en una hora; infiltración

media, cuando se mide la velocidad promedio en un tiempo determinado e, infiltración instantánea, velocidad de infiltración en un momento determinado (Valverde, 2007).

2.2 El sobrepastoreo y la capacidad de regulación hídrica

El sobrepastoreo se observa cuando la presión de pastoreo a la que se expone un área, excede el número máximo de animales que puede sostener sin agotar la vegetación, durante períodos prolongados de tiempo o, sin períodos suficientes de recuperación (Jacoby, 1989; Holechek et al., 1995 cit. en Pizarro, 2017, p. 5).

Las propiedades físicas del suelo, entre otros factores, determinan su capacidad de infiltración, por lo que los efectos del sobrepastoreo sobre dichas propiedades pueden influir sobre la capacidad de regulación hídrica de la cuenca (Chaichi, Saravi y Malekian, 2005).

El incremento de animales en un pastizal disminuye la humedad del suelo al afectar su capacidad para retener la humedad, asociada a la cantidad de materia orgánica. Asimismo, se relaciona con un incremento de la densidad aparente, la reducción de la tasa de infiltración y el incremento de la resistencia mecánica (Chaichi, Saravi y Malekian, 2005; Ferrero, 1991).

Del Monitoreo Hidrológico en ecosistemas de puna húmeda bajo el método de Cuencas Pareadas, empleado para comparar la cantidad de agua en una cuenca conservada (micro cuenca Pocco) respecto de una cuenca sobre pastoreada (micro cuenca Matoc), se evidenció que la micro cuenca con manejo o pastos conservados tiene una mejor regulación y rendimiento hídrico en comparación a la micro cuenca sobre pastoreada o sin manejo. Esto último en función de los siguientes indicadores hidrológicos: intensidad de lluvias, caudales, cantidad de agua generada por la microcuenca y el rendimiento hidrológico (Gil, 2014).

Los ecosistemas de la microcuenca Quillcayhuanca constituyen uno de los recursos naturales de mayor importancia en materia de almacenamiento y regulación hídrica. Además, son fuente de alimento para el desarrollo de la actividad agropecuaria (INAIGEM, 2016). Sin embargo, en la actualidad los pastizales que comprende se encuentran degradados, esto se evidencia en la disminución de la calidad de las especies vegetales observadas (cobertura y desaparición de especies botánicas claves) y su impacto sobre factores que determinan su función hídrica (disminución del

contenido de materia orgánica, la tasa de infiltración y el estatus de humedad del suelo) (Whitford, 1995 cit. en Tácuna, Aguirre y Flores 2015).

El sobrepastoreo, como uno de los factores que genera compactación del suelo, afecta principalmente a los poros más grandes, responsables de la retención de agua en el rango de la succión baja (agua del suelo más disponible para el uso de las plantas). Asimismo, la evaporación del agua del suelo en pastoreo es generalmente más alta que la observada en vegetación natural, debido a un consumo de agua superior durante el rebrote de la vegetación. Esto a su vez, limita el desarrollo de la vegetación a una capa protectora de la erosión de menor altitud, agravándose la situación durante la época de crecimiento (Sakalauskas *et al.* 2001 cit. en Buytaert *et al.* 2006, Pels y Verwey, 1992).

En el Cuadro N° 1, se muestran los resultados de un estudio de balance forrajero, realizado en la quebrada de Quilcayhuanca, que determinó la capacidad de carga de los seis tipos de pastos presentes. Dicho estudio concluyó que la carga actual de animales que soportan los pastos sobrepasa en 4,73 veces la carga recomendada, siendo los tipos de pastos Bofedal y Complejo Arbustal – Matorral, los tipos de pastos que soportarían mayor cantidad de animales. Sin embargo, se observa que es la extensión de los pastos en la quebrada, el factor que genera una diferencia considerable entre la capacidad de estos para soportar animales, puesto que la cantidad de animales por hectárea por año que pueden soportar los diferentes tipos de pastos es similar, salvo por los tipos de pastos Complejo Arbustal-Matorral y Complejo Césped - Bofedal (LEUP-UNALM, 2014).

Cuadro N° 1.- Capacidad de Carga de los tipos de pastos

Tipo de vegetación	Capacidad de Carga (UA/año/ha)*	Extensión (ha)	Capacidad de Carga
Bofedal	0.38	400.7	152.266
Complejo Arbustal-Matorral	0.13	729.3	94.809
Pajonal	0.38	159.7	60.686
Césped de Puna	0.38	81.2	30.856
Complejo Césped - Bofedal	0.13	63.8	8.294
Complejo Bofedal-Matorral	0.38	50.1	19.038

* Para establecer el número de unidades equivalentes, se tiene que una vaca corresponde a una Unidad Animal (1 UA), el ovino a 0.2 UA, el caballo a 1.5 UA y el burro 1.2 UA, basado en datos metabólicos de consumo de forraje de las diferentes especies.

Fuente: Adaptado de LEUP-UNALM, 2014, pp. 12.

Asimismo, los resultados de un estudio realizado en la quebrada de Quilcayhuanca en 2014 evidencian que los valores de densidad aparente registrados en suelos que presentan cobertura boscosa son inferiores a los valores registrados en parcelas que presentan cobertura de tipo pastizales. Los valores registrados fueron de 0,66 g/cc para suelos con cobertura de bosques manejados de 11 años de edad, 0,95 g/cc para suelos con cobertura de bosques no manejados de 11 años de edad, 0,47 g/cc para suelos con cobertura de bosques de 29 años de edad y de 1,07 g/cc para suelos con cobertura de pastos. Dicho estudio concluyó que, los suelos con cobertura de pastos son: los menos porosos, poco aireados, con menor drenaje y menor penetración de raíces (González, 2015).

Las condiciones que contribuirían a una mayor degradación de los pastizales parten del manejo con escaso conocimiento técnico de los bofedales (no considerar la capacidad de carga para controlar el ingreso de animales), la diferencia de requerimientos por tipo de animal y la ausencia de cercos que regulen el acceso y descanso de los pastos (LEUP-UNALM, 2014).

El deterioro de la condición de los pastizales tiene un impacto negativo en los servicios ecosistémicos que estos brindan (Petersen y Stringham 2008 cit. en Tácuna, Aguirre y Flores 2015). Por lo que la rehabilitación de ecosistemas degradados, como estrategia de mejora de pastizales contribuye a la sostenibilidad de la actividad, “pues cuando la condición y productividad del pastizal se mejora, se incrementa la estabilidad y resistencia de los ecosistemas a las perturbaciones” (Krogh et al., 2002 citado en Tácuna, 2016: 1).

Al respecto, la revegetación como una medida para la rehabilitación de pastizales de condición pobre y tendencia al deterioro por sobrepastoreo, genera el incremento del porcentaje de humedad en el suelo, siendo este efecto potenciado por la adición de materia orgánica durante la instalación de pastizales (Oscanoa, 2016). Los valores de porcentaje de humedad registrados en suelos revegetados con adición de materia

orgánica, fueron de hasta 28%, mientras que en suelos no revegetados se registraron valores de 11.5% (Tácuna, Aguirre y Flores, 2015; Pizarro, 2017).

El incremento del porcentaje de humedad está relacionado al efecto de la vegetación y la adición de la materia orgánica en la protección del suelo (al evitar la erosión), por su acción en sus propiedades físicas y la consecuente reducción de la escorrentía superficial e incremento de la infiltración e incremento de la retención de humedad en el suelo. Asimismo, la presencia de materia orgánica en la superficie del suelo la protege ante perturbaciones ambientales (tales como el efecto de las precipitaciones y el pastoreo), “favorece el desarrollo y actividad de los microorganismos del suelo” al incrementar la aireación y la penetrabilidad de la raíz, mejorando aún más el estado hídrico de la comunidad biótica” (Gusquiani et al., 1995 y Ghose, 2001, citados por Tácuna, 2016, p. 59)

2.3 Las Medidas de adaptación *no-regrets*

Los escenarios climáticos evidencian que la diversidad se verá afectada por el Cambio Climático, en diferentes grados, dependiendo de: su distribución, características ecológicas y procesos físicos. Sin embargo, entre las áreas de mayor preocupación se consideran las zonas de montaña de los trópicos, por comprender a especies de limitada capacidad de dispersión. Asimismo, porque la vulnerabilidad de estos ecosistemas se ve afectada por otras presiones humanas (Secretary of the Convention Biological Diversity, 2009, p. 10).

La Adaptación Basada en Ecosistemas, como estrategia de adaptación, plantea el uso de los servicios de la biodiversidad y los ecosistemas para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del Cambio Climático. Es un enfoque aplicable a diferentes escalas espaciales y temporales, con beneficios que pueden manifestarse a corto y largo plazo, pudiendo estos ser más rentables y accesibles a las comunidades locales respecto de las medidas basadas en infraestructura física e ingeniería (Villanueva, 2011a).

La formulación y aplicación de las medidas de Adaptación Basada en Ecosistemas, permiten integrar y mantener conocimientos y valores culturales tradicionales y, así contribuir a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad y, a la mitigación del Cambio Climático al evitar la pérdida de reservas de carbono como las almacenadas en bosques, turberas, etc (CBD, 2009).

Sin embargo, se debe considerar que la gestión de ecosistemas bajo este enfoque puede potenciar la provisión de ciertos servicios a expensas de otros, por tanto su aplicación debe llevarse a cabo de manera planificada, con gestión adaptativa y considerando posibles compensaciones a servicios que puedan verse afectados (CBD, 2009, p. 10).

Las medidas establecidas en el enfoque de Adaptación Basada en Ecosistemas usualmente se plantean producto de estudios de vulnerabilidad e impacto, empleados para determinar las mejores medidas de adaptación a implementarse. Los estudios de vulnerabilidad e impacto empleados para generar medidas de adaptación bajo este enfoque, consisten en una evaluación de la propensión o predisposición de un sistema a ser afectado negativamente frente a los impactos del Cambio Climático (GIZ et al., 2017).

La vulnerabilidad de un sistema, se define por los peligros climáticos (nivel potencial de un suceso) a los cuales se ve expuesta la unidad de análisis, el nivel de exposición (depende de la ubicación respecto del peligro), la sensibilidad (grado en el cual se puede ver afectado) y la capacidad de adaptación (capacidad de ajustarse a un daño potencial) (GIZ et al., 2017). En esa medida, para la generación de un estudio de vulnerabilidad e impacto se deben considerar: los escenarios climáticos propuestos, la capacidad de respuesta y la capacidad de adaptación del sistema en evaluación.

Sin embargo, existe un alto nivel de incertidumbre respecto de la representatividad de las proyecciones climáticas, empleadas para realizar los estudios de vulnerabilidad e impacto, al ser aplicadas a escalas espaciales reducidas, en particular, en las zonas de montaña de los trópicos. Esto, debido a la dificultad de obtener registros climáticos para periodos de tiempo largos, ausencia de datos de escorrentía, la compleja topografía, la vegetación, los suelos, y los cambios rápidos, espaciales y temporales, en los parámetros climáticos (CBD, 2009; Klein, 2003; Meybeck et al. 2005 cit. en Buytaert et al., 2006).

Además, la incertidumbre se ve acrecentada porque los posibles impactos generados por el Cambio Climático en los SSE se van a manifestar en un contexto complejo y cambiante cuya tendencia también es incierta. Este entorno de incertidumbre no sólo se genera por la incerteza de los efectos del Cambio Climático, sino porque existen factores de presión diferentes al Cambio Climático que afectan a los SSE. En el área de estudio, entre estos últimos factores, se mencionan a la ampliación e intensificación del pastoreo

y la construcción de canales, como factores que atentan contra los bofedales del PNH (Klein, 2003, Polk y Young, 2016).

Por lo indicado, para priorizar las medidas de adaptación que se implementaran, se debe favorecer aquellas medidas que produzcan mayores beneficios, no solo a largo plazo sino también a corto plazo. Sin embargo, como el Cambio Climático es un proceso gradual, esto implica que los beneficios a corto plazo deben plantearse considerando otras tensiones no climáticas. En ese sentido, si los efectos del Cambio Climático no se produjesen con la intensidad esperada, tales opciones aún brindarían beneficios suficientes para justificar su implementación, por responder a otro tipo de presiones sobre el SSE (Klein, 1997).

Las medidas que al implementarse generen los mayores beneficios a corto plazo pueden denominarse medidas *no-regrets* y, los beneficios que generen y no se relacionen directamente al Cambio Climático pueden denominarse *beneficios secundarios*. En ese sentido, algunas medidas consideradas *no-regrets* son: la reducción de la contaminación, implementar sistemas de alerta temprana, la conservación de la naturaleza y la biodiversidad, y la protección de cuencas hidrográficas y humedales (Klein, 1997; Torres, Gómez y Podvin, 2016).

La quebrada Quilcayhuanca está comprendida alta del río Santa y por lo tanto depende de la Cordillera Blanca, por lo que sufre los efectos asociados al peligro climático de desglaciación y la consecuente reducción de las reservas sólidas de agua. Dicha reducción es observada desde finales de 1970, siendo la contracción glaciaria en la Cordillera Blanca de aproximadamente un 40% de la superficie inicial (INAIGEM, 2018a).

Los efectos de la desglaciación se han estudiado además para prevenir catástrofes de origen glaciario, habiéndose incluso efectuado obras de prevención frente a estos. Siendo la Cordillera Blanca, la que tiene el mayor récord de catástrofes de origen glaciario (32 eventos registrados entre desde 1702 hasta 2018) (INAIGEM, 2018a).

Los escenarios climáticos probables para la cuenca del río Santa, describen que al 2030 no se presentarían variaciones mayores en la cantidad de la precipitación, no obstante si describen un cambio en su distribución, al indicar que las lluvias se estarían incrementando en la cuenca alta hasta en un 15% durante los meses de otoño. La temperatura máxima y mínima se incrementaría aproximadamente en 0,55 °C, siendo

la cuenca alta la que presentaría el mayor incremento, el cual sería de hasta 0,7 °C, con una incidencia de las temperaturas más altas durante la estación de otoño, en particular en la cuenca alta. (Obregón et al. 2009).

Las medidas *no-regrets*, en el marco del Programa de Adaptación basada en Ecosistemas, se presentan como una alternativa de medidas de adaptación frente a los diferentes efectos del Cambio Climático y han sido desarrolladas por el Ministerio del Ambiente a través de cursos y capacitaciones que buscaban su inclusión en procesos de planificación, siendo algunos de los cursos impartidos: *La adaptación al cambio climático basada en ecosistemas y su integración en los procesos de planificación y desarrollo sostenible*, *El enfoque de Adaptación basada en Ecosistemas en la inversión pública en servicios que usan como insumo el agua en Perú*, *Transversalización de AbE en la planificación de desarrollo: integrando la de Adaptación Basada en Ecosistemas en la inversión pública* y otros, dirigidos a representantes de instituciones del Estado, miembros de la academia y público en general.

De estos, el *Proyecto de Adaptación basada en Ecosistemas de Montaña (EbA Montaña)*, desarrollado como parte del *Programa Global de Adaptación basada en Ecosistemas*, del PNUD en Perú, se enfocó en identificar los retos y oportunidades de adaptación al cambio climático a través de medidas en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabambas. Durante su aplicación se generaron diferentes herramientas, entre ellas el *Diseño de medidas de Adaptación Basada en Ecosistemas y no-regrets* (PNUD et al., 2016).

Respecto del diseño de las medidas *no-regrets*, se describe a la letra " El diseño de las medidas *no-regrets* sigue un enfoque de socio-ecosistemas, cuyo principio es que, básicamente, los paisajes que observamos y su gestión son resultados de procesos ecológicos y sociales gobernados por variables de cambio tanto lento como rápido y que, por lo tanto requieren una gestión integrada desde ambas dimensiones" (PNUD et al., 2016).

Sin embargo, ya que las medidas planteadas como *no-regrets* son medidas de Adaptación Basadas en Ecosistemas, deben considerar además los siguientes aspectos: reducir la vulnerabilidad de la población frente al cambio climático, incrementar la resiliencia de la biodiversidad y de los ecosistemas de forma directa o indirecta y, usar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de forma sostenible (PNUD et al., 2016).

Además, las medidas *no-regrets* deben ofrecer co-beneficios socio económicos y ambientales, independientes del escenario climático venidero, tales como: su realización a corto plazo, ser un medio para la construcción de relaciones de confianza con comunidades locales, considerar los saberes locales para su formulación e implementación y requerir para ser implementadas una inversión inferior respecto de otras medidas consideradas (PNUD et al., 2016).

En ese marco, el Instituto de Montaña desarrolló una metodología para realizar lo que se denominó el Diagnóstico Rural Participativo Integrado, empleado para el diseño de las medidas *no-regrets*, como resultado del diálogo entre los intereses y saberes locales y el conocimiento científico (PNUD et al., 2016).

La construcción del Diagnóstico Rural Participativo Integrado tenía como objetivo integrar la perspectiva de múltiples disciplinas y especialistas con el punto de vista de los actores locales y los atributos conceptuales de la de Adaptación Basada en Ecosistemas y las medidas *no-regrets*. (PNUD et al., 2016, p. 66). Esta metodología y su proceso de construcción fue tomada como referencia para la recopilación de la información necesaria para la construcción del SSE en estudio.

Durante la primera etapa del Diagnóstico Rural Participativo Integrado se busca identificar las medidas *no-regrets* que podrían implementarse. Su desarrollo se lleva a cabo a través de una fase de consulta, diagnóstico y diseño de medidas a partir de un diálogo con la población local, sus autoridades, técnicos y todos los que puedan estar involucrados en el SSE y, considera como punto de partida las prioridades e intereses locales, los planes de desarrollo y otros instrumentos de gestión que le sean aplicables al área involucrada.

Durante los trabajos realizados por el Instituto de Montaña, en la etapa de consulta, se recogieron las percepciones de los pobladores locales a través de talleres y visitas de campo para construir con ellos los conceptos de vulnerabilidad e, identificar medidas preliminares para hacer frente a dicha vulnerabilidad. Las propuestas de medidas *no-regrets* fueron seleccionadas y priorizadas en función de los siguientes criterios: “la posibilidad de disminuir la vulnerabilidad local, la adicionalidad, el interés de la población, potencial de sostenibilidad y la relación costo-beneficio” (PNUD et al., 2016, p. 66). Posteriormente, producto del análisis de las propuestas por los especialistas, se recomendó “el desarrollo de una fase inicial de diagnóstico, de selección, y de diseño de las medidas de adaptación antes de su implementación” (PNUD et al., 2016, p. 66).

Por lo expuesto, el fortalecimiento de la institucionalidad y la organización comunal, el fortalecimiento de las capacidades y el fortalecimiento de los conocimientos locales e infraestructura, son aspectos que deben ser considerados para establecer medidas *no-regrets* que contribuyan a mejorar la capacidad de adaptación de un SSE. (Zapata y Gómez, 2015, p. 21). Son los referidos aspectos, los cuales deben ser evaluados para evidenciar los factores del SSE que al afectarlos puedan a su vez afectar la capacidad de adaptación del SSE e incrementar su vulnerabilidad frente a los efectos del Cambio Climático.

2.4 Los bienes comunes y los SSE

Los recursos de acervo común, son aquellos recursos naturales o elaborados por el hombre, de los cuales es difícil excluir a otros beneficiarios y, cuyo uso o explotación por parte de uno de los usuarios reduce la cantidad del recurso disponible para otros. Asimismo, respecto de estos, se pueden diferenciar entre las características del propio recurso y, de las instituciones sociales que se desarrollan en torno a su uso (McCay y Jentoft 1998, Ostrom et al., 2011).

Se han gestado diferentes discusiones y propuestas entorno a la gestión sostenida de los recursos de acervo común y de cómo deberían garantizar: el usufructo por su aprovechamiento, la obtención de los beneficios asociados a estos y, la continuidad de su usufructo.

La *Tragedia de los bienes comunes* descrita por Hardin (1986), fue uno de los primeros acercamientos a la definición de los bienes comunes y, a las condiciones bajo las cuales se debería llevar a cabo su administración. Dicha tragedia, se plantea como una consecuencia de la no internalización de las externalidad generadas por el aprovechamiento de los recursos (se refiere tanto a la extracción de recursos, el disfrute de servicios ecosistémicos y a la resiliencia del ambiente) lo que en el tiempo se traduce es un déficit de los beneficios que cada usuario puede obtener, respecto de la suma de las externalidades y la consecuente inutilidad del recurso en cuestión (Bedoya, 2016).

Asimismo, Hardin (1986) hace referencia al “dilema del prisionero”, para evidenciar que en un sistema abierto los usuarios pueden recibir información que los conlleve a no causar daño al ambiente, sin embargo al no tener la certeza del actuar de los otros usuarios, aprovecharan los recursos degradándolos y obteniendo beneficios aparentes por tal acción. Al respecto, describe que para evitar el colapso de los recursos se debe

eliminar la ausencia de propiedad sobre estos, debiendo ser manejados por el Estado, a través de normas y regulaciones para su uso (Bedoya, 2016).

Sin embargo, para que la *Tragedia de los bienes comunes* ocasione el colapso de un bien común, estos deben pertenecer a sistemas de acceso abierto muy grandes y de gran valor, sujetos a diversos recolectores de recursos que no se comunican y no desarrollan reglas y normas para su administración (Feeny et al., 1990). No obstante difícilmente, los cuatro supuestos antes descritos confluyen en los contextos sociales y culturales que comprenden a los referidos recursos. Además se evidencia que Hardin (1986), confunde el libre acceso a los recursos con el régimen de propiedad (Bedoya, 2016).

Respecto de los recursos, Feeny *et al.* (1990) indican que es importante delinear las características compartidas por estos y distinguir entre el recurso y el régimen de derechos de propiedad en el que se basa. Por lo que, las características básicas a registrar de un recurso común son la exclusividad (o control del acceso) y la subcontratabilidad (cada usuario afecta adversamente la capacidad de otro usuario para explotar el recurso). Ambas características son dependientes del tipo de régimen de derecho de propiedad al cual estén sujetos los recursos, pudiendo ser: de acceso abierto, propiedad privada, propiedad comunal o propiedad estatal.

Respecto de los tipos de propiedad, en los Andes Centrales se pueden encontrar tres tipos de propiedad o tenencia directa sobre la tierra (privada, comunitaria y de propiedad de un poseionario) y un tipo de tenencia indirecta. Este último tipo, se observa cuando el usuario accede a tierras mediante el intercambio de efectivo o trabajo por la tierra de otra persona que la posee directamente (aparcería, alquiler y tenencia laboral) (C.I.D.A, 1996 cit. en Guillet, 1981).

Los tipos de tenencia directa se distinguen por el grado en que las transacciones del mercado gobiernan la adquisición de tierras. Una de las distorsiones más generalizadas respecto de este aspecto, es confundir los derechos extendidos de usufructo comunal con propiedad privada, por la carencia de la función redistributiva y la posterior capacidad de los campesinos para retener la tierra, transmitirla a sus herederos y permitir que se quede en barbecho (Guillet, 1981).

Una distorsión mayor, es considerar el acceso a la propiedad como el factor determinante para el uso sostenible de los recursos, respecto de las diferencias entre

los usos permisibles de los recursos asociados a derechos extendidos de usufructo. Esto, ya que los usos permisibles de la tierra son resultado de la interacción de la presión de la población, la penetración en el mercado y, las restricciones de los entornos ecológicos locales y por lo mismo su confluencia es más determinante en el aprovechamiento sostenible de un recurso (Guillet, 1981).

El uso de los suelos en los andes para la producción agropecuaria responde a una distribución eco vertical de las zonas a las cuales se tiene acceso. Existiendo una tendencia de las comunidades a maximizar el control sobre el rango de las zonas ecológicas importantes, este fenómeno se denomina principio de *verticalidad* (Guillet, 1981). Sin embargo, a medida que las comunidades rurales tienen mayor penetración en el mercado y experimentan mayor presión de la población, tienden a cambiar su enfoque de producción. Este cambio, comprende el traslado de las prácticas de zonas ecológicas más bajas a zonas ecológicas más altas. Además, está asociado con el movimiento de asentamientos a lugares más bajos para optimizar las restricciones de distancia (Guillet, 1981).

Lo indicado se relaciona a lo descrito Polk y Young (2016), acerca de la tendencia observada en el PNH, de expandir el pastoreo a mayores altitudes. Esto, pues en estas zonas se empieza a desarrollar vegetación por el retroceso glaciar y porque algunos ganaderos tienen acceso a estas áreas, bajo un régimen de uso de pastos similar al tipo de propiedad común indivisible, al cual en un pasado estuvo sujeta la zona de pastos (Guillet, 1981). Dicha expansión magnifica las presiones locales sobre estos pastizales y genera su degradación.

Existen diversos casos de sistemas de acceso a los recursos y normas en torno a su aprovechamiento de sociedades que se han autoorganizado para restringir el comportamiento de los individuos y, muchas situaciones en las que los usuarios tienen la capacidad de autogestión (en algunos casos sin iniciativas externas). Por lo que tiene sentido administrativo y económico involucrar a los usuarios en la gestión de recursos. Sin embargo, dado que los usos de los recursos son múltiples, el Estado debería mantener un rol regulador, pudiendo potenciar el interés de los usuarios por aprender acerca de los recursos y ampliar el alcance de su capacidad de gestión (Feeny et al., 1990; McCay y Jentoft, 1998)

La conservación de los recursos de acervo común durante mucho tiempo fue abordada desde objetivos y a escalas diferentes por investigadores y políticos. Producto de las

cuales, se han generado aportes a políticas nacionales e internaciones en materia de regulación de la biodiversidad y gobernabilidad que crean condiciones para la conservación. Sin embargo, la conservación requiere de un esfuerzo concertado a diferentes niveles, por lo que no considerar las instituciones sociales más próximas a un recurso atenta contra su efectividad (Chase, 2002).

Los recursos gestionados a diferentes escalas, pueden protegerse mediante una adecuada gobernanza, siendo necesario en ocasiones, pactar acuerdos entre instituciones a través de esta, cuando la gobernabilidad no tiene condiciones para hacerlo (Chase, 2002).

“La gobernanza se refiere a los procesos colectivos, formales tanto como informales, que determinan, en una sociedad cómo se toman decisiones y se elaboran normas sociales con relación a asuntos públicos” y puede ser observada en toda sociedad local y desarrollada por esta (Hufty 2008, p. 86).

La gobernabilidad, por otro lado, “se relaciona a las modalidades de poder y a la capacidad de las sociedades de perfeccionar sus instituciones democráticas y políticas (consolidación de la democracia, organización del Estado, lucha contra la corrupción, participación ciudadana, condiciones para la estabilidad política, sistema electoral, etc.)” (Mazurek 2008, p. 13)

La propiedad comunal, se presenta como una de las formas más recomendables para los fines de control sobre los bienes comunes, ya que su organización se establece en base de autoridad y poder real que permite ejercer mecanismos de control social, respetados por sus miembros. En esa medida, podrían permitir insertar en la organización los ideales ecológicos para un manejo sostenible de los recursos a los cuales tienen alcance (Mayer, 1994).

Los usuarios que forman comunidades presentan normas y valores sociales no necesariamente contractuales, que enfatizan la prudencia y moderación. Entonces, el enraizamiento de los usuarios a la comunidad, definiría su comportamiento y determinaría que este no se rija únicamente por las retribuciones individuales que puedan obtener por el uso de los recursos (McCay y Jentoft, 1998).

Sin embargo, la tragedia de los comunes puede manifestarse en los recursos administrados por las comunidades como resultado de fallas en la comunidad. Estas se manifiestan como producto de un proceso de desenraizamiento y/o otras razones

endógenas o exógenas, que generan que los miembros de la comunidad carezcan de lazos sociales que los conectan entre ellos y con la comunidad. Producto de estas, las responsabilidades y herramientas para el manejo de los recursos están ausentes y pueden ser generadas por un estado ineficiente y las presiones de fuerzas internas y externas como los mercados (McCay y Jentoft, 1998).

Existen otras formas de tenencia y manejo colectivo sobre los recursos naturales y culturales, que si bien no son reconocidas formalmente por el Estado, poseen instituciones que permiten compartir el manejo y regulación la explotación de recursos (Chase, 2002). El co-manejo se presenta cuando la autoridad para el manejo de los recursos es trasladada del Estado a los usuarios. Esto, después de establecer ciertas condiciones que garanticen que los usuarios serán capaces de manejar los recursos de manera comunitaria, participativa y democrática (McCay y Jentoft, 1998, p. 92).

En el Perú, se han registrado experiencias de modelos de cogestión en la amazonia con resultados favorables para la gestión de recursos forestales. Los proyectos que buscaron impulsar este enfoque se orientaron a trabajar con las comunidades locales, considerando las diferencias que están mostrando respecto de las comunidades nativas. Los resultados obtenidos se tradujeron en mejoras en la calidad de vida de la población involucrada y por lo mismo, un aliciente para que otros grupos adopten el modelo planteado (Álvarez y Shany, 2012)

Sin embargo, cualquier tipo de organización puede fracasar si la gobernanza no permite un uso sostenible de los recursos que administra. Las condiciones que garanticen que los usuarios serán capaces de manejar los recursos, forman parte de lo que Ostrom (2009) describe como un Sistema Socio-Ecológico (SSE), compuesto de varios niveles y subniveles, los cuales a su vez alimentan a un SSE mayor e interactúan con otros. En el gráfico N° 1, se muestra la estructura básica de un SSE. Los subsistemas son sistemas de recursos (las actividades que se desarrollan en torno a las unidades de recursos), las unidades de recursos (todos los elementos dentro del sistemas que en el caso del presente estudio serían potenciales elementos sensibles), sistemas de gobierno (todas las relaciones que comprenden la gobernanza entorno al uso de las unidades de recursos y los sistemas de recursos) y los usuarios (todos los que disfrutan de los servicios ecosistémicos que puedan generarse en el SSE).



Gráfico N° 1. Los subsistemas centrales en un marco de análisis de sistemas socio-ecológicos.

Fuente: Adaptado de Ostrom, 2009, p. 420

La definición de un SSE ayuda a identificar las variables relevantes para el estudio de la gestión de un recurso, pues permite sistematizar la información que pueda obtenerse de sus diferentes componentes y, ayuda a identificar los factores que pueden influir en mejorar la política de manejo y gestión de un recurso (Ostrom, 2009).

Analizar los aspectos que afectan la conservación de los recursos naturales, sin considerar que estos pertenecen a un SSE, ha llevado a la identificación de problemas que parecen independientes y al planteamiento de soluciones simples que con frecuencia fracasan. Un ejemplo de esto, son las predicciones teóricas de la destrucción de recursos naturales por la ausencia de un sistema de propiedad reconocida, los cuales han llevado a la imposición de políticas generales, que frecuentemente han fracasado (Hardin 1989, Ostrom, 2009).

Los sistemas ecológicos y los sistemas de gobierno presentan unidades de análisis pequeñas y relativamente independientes de otras unidades en el mismo nivel, las cuales forman parte de subsistemas más grandes. Por tanto, al pensar en formas de conservación de la biodiversidad, es necesario examinar la escala en la que los procesos de gobierno (políticas) se cruzan con la dinámica de los SSE (Agrawal y Ostrom, 2006).

Identificar y fortalecer (cómo interactúan con las diferentes unidades de gobierno y las escalas en las que dichas unidades establecen límites, sus normas y mecanismos de control) los sistemas de gobernanza más próximos a los objetos de conservación, son necesarios para gestionarlos (Agrawal y Ostrom, 2006).

Ostrom (2009), describe que las predicciones del colapso de los recursos no consideran que los usuarios de estos se pueden autoorganizar para su gestión eficiente y, describe diez variables que podrían afectar la probabilidad de los usuarios de ejercer acciones colectivas para autoorganizarse. Estas se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 2. Variables que afectan la capacidad de autoorganización de los usuarios

Variable	Observación
1. Tamaño del sistema	Sistemas más grandes pueden gestionarse generando mayores beneficios, siendo un incentivo para la autoorganización.
2. Productividad del sistema	La escasez o la disminución de la productividad de un recurso generan la necesidad de modificar los términos de su gestión.
3. La previsibilidad de la dinámica del sistema	En tanto mayor la posibilidad de estimar los resultados de un sistema, más fácil y más viable es la autoorganización.
4. La movilidad de la unidad de recursos	La gestión de unidades de recursos fijos como los árboles, es más sencilla frente a las unidades móviles como lo es el agua que fluye en un río.
5. Número de usuarios	Es más viable que un número menor de usuarios se organice para la gestión de un sistema.
6. Liderazgo	Es más viable organizar un grupo en el cual se perciben líderes respetados y reconocidos.
7. Normas / capital social	Es más viable organizar un grupo que comparte normas éticas y morales y es recíproco, siendo la confianza interna un lazo que ayuda a mantenerlo cohesionado. En estos casos la organización demanda menores tiempos para acordar y monitorear.
8. El conocimiento del SSE	Si todos tienen conocimiento de sus acciones en los diferentes niveles del SSE, es más fácil organizarse.

Variable	Observación
9. Importancia de los recursos para los usuarios	Es más fácil organizar un grupo de usuarios altamente dependientes del recurso o en su defecto, que concedan gran valor a su sostenibilidad.
10.Reglas de elección colectiva	Es más viable la autoorganización, cuando mayor autonomía tiene un grupo para elaborar y hacer cumplir sus normas.

Fuente: Adaptado de Ostrom (2011).

Chase (2002), plantea que los problemas en la gestión de los bienes comunes se generan por las acciones de los individuos y sus decisiones. Describe que estos problemas se asocian al comportamiento oportunista de los usuarios y, que arreglos institucionales como los incentivos, pueden evitar que se manifiesten dichas conductas (Chase, 2002). Asimismo, Dietz, Ostrom y Stern (2003), describen que los incentivos financieros como estrategias de gobernanza pueden emplearse para cumplir normas ambientales y/o para implementar infraestructura física, tecnológica e institucional, como una forma de limitar la explotación de los recursos de acervo común.

Los incentivos, percibidos como beneficios económicos (compensación) por los usuarios más próximos a algunas unidades de recursos, permiten la provisión de servicios ecosistémicos asociados a estos, percibidos y empleados por usuarios a una escala mayor. Sin embargo, su aplicación para dichos fines requiere de una intervención a diferentes niveles en la gobernabilidad y gobernanza (Dietz, Ostrom y Stern, 2003).

Las formas de organización que existen entorno del aprovechamiento de un recurso, confluyen en un contexto de incertidumbre y, por lo que es un error entender a las instituciones ignorando el contexto en el que se sitúan. El desorden que rodea todo esfuerzo humano y, la superposición de dominios entre los diferentes arreglos institucionales de manejo, influye sobre estos. Por lo tanto, el enfoque para analizar las formas de organización, debería considerar a las instituciones como entes dinámicos y de proceso, al ser producto de prácticas sociales y políticas. Las instituciones que participan de la gestión del área de estudio son la Jefatura del Parque Nacional Huascarán y las instituciones que conforman el comité de Gestión del área natural protegida (INAIGEM, UNASAM, empresas turísticas), la Autoridad Nacional del Agua, el CUPNQQ, el Gobierno Regional de Ancash, investigadores y otros que puedan relacionarse al SES en estudio (IDS cit. por Chase, 2002; PNH, 2010).

Dietz, Ostrom y Stern (2003), describen que existe una relación entre la vida social y el ambiente, ya que las organizaciones que se desarrollan en torno al aprovechamiento de los recursos influyen en sus niveles de resiliencia. Siendo más sensibles a los cambios, los sistemas gobernados por arreglos locales y aislados o sin arreglo alguno. Por lo tanto, es de suma importancia el conocimiento de los patrones y procesos que rigen las interacciones en un SSE, el cual demanda un análisis sinérgico del comportamiento de los elementos sociales, los procesos asociados a estos y, de las características implícitas de los recursos (Liu et al., 2007).

Poteete (2010) describe que las interacciones sociales con los recursos no se limitan a relaciones de control socio económico, sino también de tipo político. Por lo que las intervenciones en dichas interacciones deben considerar los derechos de propiedad, las formas de organización institucional y el comportamiento de la agencia del Estado. Dietz, Ostrom y Stern (2003), indican además que la influencia del régimen político sobre la promoción de la gestión descentralizada es el factor que más afecta los atributos de los usuarios y de los recursos que permitirían que se formen asociaciones autogestionarias.

Las acciones generadas por el Estado para la protección o gestión de los recursos, sin considerar las formas locales de gobernanza sobre estos, tienen alto riesgo de fracaso o de generar conflictos, alta inestabilidad y complejidad en los sistemas de gobernanza de recursos naturales. Por tanto, dichas acciones deben ser más adaptativas, resilientes y, deben partir de un diálogo entre el conocimiento científico y los saberes locales, definidos y legitimados por un diálogo constante entre los diferentes involucrados (Dietz, Ostrom y Stern, 2003; Moran, 2010).

Los regímenes políticos que fomentan la gobernanza, permiten a los usuarios tener mayor información acerca de los recursos, fomentan espacios (como foros) para generar compromisos de gestión de los usuarios y por ende, su autoorganización para realizar monitoreos y aplicar sanciones. Asimismo, establecen principios que deberían cumplir los sistemas autogestionados para prevalecer en el tiempo y ser efectivos (Dietz, Ostrom y Stern, 2003).

El individuo debe ser considerada también, no solo por la implicancia del líder local, sino porque algunas de las decisiones cotidianas y relativas a patrones de consumo, pueden impactar en la sostenibilidad de los recursos. Dichas decisiones dependerán en gran medida del acceso a información, incentivos, la formación de identidades y el individuo (Moran, 2010, Poteete, 2010).

Liu et al. (2007) precisan la influencia de la temporalidad y, la transmisión de información entre generaciones en el dimensionamiento de las consecuencias de las acciones de aprovechamiento de los recursos sobre el ambiente. Se observó por ejemplo, mayor conciencia de las intervenciones y los impactos que generan, cuando las consecuencias de estos afectan a los individuos por presentarse en horizontes temporales cortos. Esto último, difiere de las respuestas frente a impactos que al presentarse en horizontes temporales más amplios, no afectan directamente a los individuos.



3. METODOLOGÍA

3.1 Salida de campo preliminar

En abril de 2018, se realizaron entrevistas preliminares bajo el siguiente detalle:

- Especialista del Instituto de Montaña, institución que desarrolla proyectos en el Parque Nacional Huascarán de recuperación de ecosistemas degradados.
- Especialista de la Jefatura del Parque Nacional Huascarán, encargado de evaluar las investigaciones que se realizan al interior del Parque Nacional Huascarán.
- Especialista del Instituto de Montaña, que participó de la sistematización del proyecto: “Adaptación basada en Ecosistemas de Montaña” (EbA Montaña).

En función de los resultados de las entrevistas realizadas, se seleccionó un sector del área empleada por el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca como área de estudio debido a: la existencia de una estación meteorológica próxima al área en estudio “Estación Quilcayhuanca – UNASAM”, estudios realizados en el área con metodologías que pueden ser comparables a las empleadas por el presente estudio, información referencial acerca del volumen y calidad del agua del curso superficial próximo a la zona de estudio quebrada Quilcayhuanca.

Durante visitas realizadas en mayo y junio de 2018, se recorrió el área empleada por el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca con ayuda de uno de los usuarios. Asimismo, se realizó una entrevista a su presidente para conocer cómo se organiza el área en función de la cantidad de animales que se alimentan en esta y de los usuarios propietarios del ganado.

Producto de estas últimas, se delimitó el sector del área de la quebrada en el cual se desarrolló el estudio, en función de las siguientes observaciones:

- No existen en el área barreras artificiales (linderos, cercos, etc) para limitar los sectores en los cuales se pueden alimentar los animales.
- Existen áreas, denominadas localmente *plazoletas*, las cuales comprenden pastizales en los cuales se concentra un mayor número de animales, respecto de otras áreas (15 – 25 animales).
- Los usuarios de la quebrada, propietarios de los animales, no se encuentran al interior del área para dirigir a los animales a sus determinadas *plazoletas*.

- La distribución de los diferentes tipos de pastos andinos a lo largo del recorrido realizado.

Por lo indicado, se seleccionó una *plazoleta* como área de estudio ya que: no presentaba barreras que impidieran el ingreso o salida de los animales al área, presento una cantidad similar de animales (15-25) durante las visitas realizadas, no se observaron usuarios al interior del área. El área comprende los tipos de pastos Complejo Arbustal – Matorral y Bofedal, con mayor distribución en la quebrada (LEUP-UNALM 2014).

Asimismo, entre los meses de marzo y abril de 2018 se realizaron varias salidas de campo a fin de identificar patrones sociales, asociados al sistema de recursos e iniciar las coordinaciones para el desarrollo del taller y las entrevistas.

3.2 Zona de estudio

3.2.1 Ubicación

El área de estudio se encuentra al interior de la subcuenca del río Quillcay, la cual políticamente se ubica en la región Ancash, provincia de Huaraz, distritos de Huaraz e Independencia. Geográficamente se encuentra entre los paralelos 09°22'5" y 9°33'56" de latitud sur, y entre los meridianos 77°22'15" y 77°32'17" de longitud oeste. Hidrográficamente, tiene su origen en la quebrada Cojup, aguas abajo y después de la confluencia del río Auqui, toma el nombre de Quillcay y atraviesa la ciudad de Huaraz antes de desembocar en el río Santa (INAIGEM, 2018b, p. 6).

Asimismo, se encuentra al interior de la Zona de Uso especial del PNH y del área empleada por el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca. Esta última, se delimita aguas abajo por la *portada* y cerco de piedras y aguas arriba se extiende hasta la zona de nevados. El área en cuestión se encuentra delimitada fisiográficamente por un cañon cerrado, con laderas accidentadas que evitan que el acceso del ganado pueda llevarse a cabo por dichas laderas, siendo además la *portada*, el único acceso aceptado por el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca para el ingreso del ganado.

Referencialmente, los Usuarios de la quebrada Quilcayhuanca describen que el sector de estudio se denomina Olivo o Cruce de Callash con Quilcayhuanca. En el siguiente cuadro se aprecia la ubicación geográfica de las parcelas establecidas en la zona a estudiar:

Cuadro N° 3. Ubicación geográfica de la zona de estudio

Referencia	Coordenadas (UTM WGS 84 – Zona 18)		Altitud (msnm)
	Este	Oeste	
PARCELA1_punto1	241080.76	8954555.95	3600-4500
PARCELA1_punto 2	241079.89	8954554.51	
PARCELA1_punto 3	241080.66	8954554.74	
PARCELA2_punto 1	241086.22	8954496.57	
PARCELA2_punto 2	241091.16	8954496.6	
PARCELA2_punto 3	241100.05	8954497.44	

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, Anexo se presenta un mapa temático en el cual se muestra la ubicación del área de estudio.

3.2.2 Accesibilidad

El área de estudio se ubica aproximadamente a una hora de la ciudad de Huaraz en vehículo y dos horas caminando. El acceso vehicular comprende una trocha carrozable que conecta la ciudad de Huaraz con la *Portada* de la quebrada de Quilcayhuanca. A partir de la portada, se inicia una caminata empleando la red de caminos implementados por el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca (INAIGEM 2016).

3.2.3 Clima

De acuerdo a la caracterización realizada por González (2015), la zona de estudio presenta un clima frío, con una temperatura máxima promedio anual de 8,5 °C y una temperatura mínima promedio anual de 6,9 °C. La estación lluviosa se inicia entre los meses de octubre y noviembre, alcanzando un valor máximo durante el mes diciembre, disminuyendo hacia el mes de enero e incrementándose hacia los meses de febrero y marzo. La precipitación mensual media registrada máxima es de 155,90 mm y la mínima registrada es de 0,10 mm.

3.2.4 La cobertura vegetal de la quebrada de Quilcayhuanca

De los servicios ambientales que proporciona la cobertura vegetal en el PNH, la retención de la humedad del suelo se relaciona con su capacidad de coadyuvar la recarga de acuíferos. En el caso de los bofedales, se reconocen además: la purificación del agua, abrevaderos para la ganadería, almacenamiento de agua y, respecto de los

bosques, se menciona su capacidad de regulación hídrica (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, 2010; Pizarro, 2017).

Las especies de plantas del pastizal son gramíneas, pseudogramíneas, hierbas y arbustos, dependiendo de diferencias en su apariencia y morfología, por la predominancia de alguno de los grupos se puede determinar a qué tipo corresponde el pastizal. En un estudio realizado por el LEUP-UNALM (2014), se identificaron seis tipos de vegetación de pastizales de alta montaña en quebrada Quilcayhuanca, los cuales se distribuyen en las 1 484.8 ha de extensión de la quebrada de acuerdo a lo descrito en el cuadro N° 1.

Cuadro N° 4. Distribución de Tipos de Vegetación de la quebrada Quilcayhuanca

Tipo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bofedal	400.7	27.0
Pajonal	159.7	10.8
Césped de Puna	81.2	5.5
Complejo Bofedal – Césped	63.8	4.3
Complejo Bofedal – Matorral	50.1	3.4
Complejo Arbustal - Matorral	729.3	49.1
Total	1484.8	100.0

Fuente: LEUP-UNALM, 2014, p. tabla 1

De los resultados de un inventario funcional de las especies de flora de la quebrada Quilcayhuanca, calificándolas en función de su utilidad para la alimentación del ganado. Las categorías establecidas y algunas de las especies identificadas por categoría se describen en el cuadro N° 2 (LEUP-UNALM, 2014).

Cuadro N° 5. Clases de especies identificadas en la quebrada Quillcayhuanca

Tipo	Descripción	Especies
Especies deseables (D)	Las especies deseables son aquellas que son palatables todo el año y forman parte importante de la dieta de los animales. A estas se les encuentra en campos bien manejados, son perennes y tienen sistemas radiculares profundos. A esta pertenecen especies de gramíneas, hierbas y arbustos forrajeros que carecen de defensas antiherbívoro como espinas o compuestos secundarios.	<i>Bromus catharticus</i> , <i>Calamagrostis andicola</i> , <i>Calamagrostis curvula</i> , <i>Calamagrostis heterophylla</i> , <i>Calamagrostis spicigera</i> , <i>Festuca huamachunensis</i> , entre otras.
Especies poco deseables (PD)	Son especies de importancia secundaria en campos de buena condición. Ellas reemplazan a las deseables cuando la condición del campo desmejora y reemplazan a las indeseables cuando la condición del campo mejora. Estas son plantas menos palatables que las anteriores. A esta categoría pertenecen especies que son consumidas por los animales, durante determinadas épocas del año.	<i>Ageratina azangaroensis</i> , <i>Arenaria aff standleyi</i> , <i>Bidens andicola</i> , <i>Calamagrostis antoniana</i> , <i>Calamagrostis densiflora</i> , <i>Calamagrostis rigescens</i> , entre otras.
Especies indeseables (I)	Suelen abundar en campos sobrepastoreados y mal manejados constituidas casi en su totalidad por plantas tóxicas, duras y espinosas. Estas especies son abundantes en campos degradados por el sobrepastoreo. Por sus características físico-químicas no son consumidas por el ganado en ninguna época del año. En la Tabla 2 se puede observar la clasificación taxonómica y funcional de las especies botánicas encontradas en	<i>Aciachne acicularis</i> , <i>Aciachne pulvinata</i> , <i>Cerastium glomeratum</i> , <i>Distichia muscoides</i> , <i>Galium corymborum</i> , <i>Geranium pavonianum</i> , entre otras

Tipo	Descripción	Especies
	la quebrada Quillcayhuanca, clasificación que agrupa a la florística en deseables (D), poco deseables (PD) e indeseables (I), de acuerdo al nivel de aceptabilidad que por ellas exhiben los vacunos, especie animal que mayor impacto tiene sobre el ecosistema de bofedal.	

Fuente: Adaptado de LEUP-UNALM, 2014, tabla 2

Asimismo, algunos signos de deterioro que pueden observarse en las microcuencas son el incremento de plantas indeseables como la *Werneria nubigena* “cebolla andina” y *Astragalus prebenrengis* “garbancillo”, conocidas especies indicadoras de la degradación del suelo (Gil, 2014).

En la zona de estudio, cruce de la quebrada Callash y la quebrada Cuchilla, los tipos de cobertura presentes son Complejo Arbustal – Matorral y Bofedal, siendo la condición de conservación de estos; pobre y regular, respectivamente. Respecto de estos tipos de cobertura y su condición en la quebrada Quillcayhuanca, se describe lo siguiente:

El tipo de pasto Complejo Arbustal – Matorral presenta una cobertura vegetal del 80 % y escasa cantidad de mantillo, entre las especies de flora predominantes se encuentran *Bacaris caespitosa*, *Lupinus sp* y *Alchemilla pinnata*. La pendiente sobre la cual usualmente se desarrolla es moderadamente empinada (15-30%), la pedregosidad superficial observada varía entre 50 a 70%, con afloramientos líticos que varían entre 2 a 15%, la textura del suelo es franco arcillo arenoso, la estructura es granular, la profundidad del suelo es muy superficial (<25 cm). Presenta una condición ecológica muy pobre para el tipo de animales que actualmente se alimentan en este y signos moderados de erosión laminar (LEUP-UNALM, 2014, p. 11).

El tipo de pasto Bofedal presenta una cobertura vegetal del 93 % y mantillo que varía de escaso a nulo, entre las especies de flora predominantes se encuentran *Plantago rigida*, *Plantago tubulosa*, *Eleocharis albibracteata* y *Werneria nubigena*. La pendiente sobre la cual usualmente se desarrolla es moderadamente inclinada (10.8%), la pedregosidad superficial varía entre 1.6 a 8.6%, con afloramientos líticos menores a 2%, la textura del suelo varía entre lo orgánico y franco-arcillo-limoso, la estructura es

masiva, la profundidad del suelo es medianamente superficial a superficial (50 a 75 cm). Presenta una condición ecológica muy pobre a pobre para vacunos y pobre a regular para ovinos, con una tendencia estable (LEUP-UNALM, 2014, p. 11).

Son diversos los Objetos Focales de Conservación (OFC) del PNH, entre los cuales se considera a los bofedales y pastizales. De los mencionados, los pastizales o pajonales andinos comprenden una superficie equivalente al 41,50% de la extensión del PNH. Por tanto, a partir de un diagnóstico realizado, se identificaron las principales fuentes de amenaza para los OFC indicados: la actividad minera, la construcción de infraestructura vial, los incendios forestales, el cambio climático, la quema de pastos, las especies invasoras o exóticas, la extracción de turba, el cambio de uso de suelos (agricultura/silvicultura), los botaderos de desechos y construcción de infraestructura vial (SERNANP, 2010).

Además, se describen como problemas transversales de la subcuenca Quillcay: el Cambio Climático (desglaciación), la gestión del agua, el desarrollo turístico, el sobrepastoreo y la fragmentación de hábitad (Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña, 2016).

3.2.5 Parque Nacional Huascarán y el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca

El PNH fue creado el 01 de julio de 1975, mediante el decreto supremo 0622-75-AG, sobre una extensión territorial de 340 000 hectáreas. Sin embargo, a su creación se estableció que las Empresas Comunales y las Comunidades Campesinas en posesión legal del área, a la fecha de creación del Parque, podrían realizar sus actividades agropecuarias habituales, evitando destruir el paisaje natural, la tala de las especies vegetales arbóreas y arbustivas, la quema de pasturas, el sobrepastoreo, la caza y/o captura de animales silvestres (SERNANP, 2010, decreto supremo 0622-75-AG).

Asimismo, mediante resolución ministerial 1200-80-AA-DGFF, se resuelve que para el uso de pastos naturales del ANP será necesario concertar convenios o contratos entre la Dirección General Forestal y de Fauna y la Zona Agraria III-Huaraz (encargada del desarrollo y la administración del PNH) y las personas naturales o jurídicas que lo soliciten (SERNANP, 2010).

Se estableció además, que los usuarios de los pastos Naturales de las quebrada serían de dos categorías: las comunidades campesinas y las empresas campesinas, las

cuales debían comprender a los pequeños y medianos ganaderos, en posesión del área al momento de creación del ANP. Siendo necesario que estos últimos se integren a uno de los Comités de Usuarios de Pastos Naturales, previa clasificación de la Jefatura del PNH (SERNANP, 2010).

De esa manera, pese a que en el PNH por su categoría no se debiera realizar el uso directo de los recursos que comprende, este se admite bajo los considerandos antes descritos.

Por tanto, existe una amplia gama de actores públicos y privados (grupos de interés) entorno a la gestión del PNH: 11 municipios provinciales y 32 distritales, numerosas autoridades sectoriales, 62 Comités de Usuarios de Pastos (3090 familias), 23 Asociaciones de Auxiliares de Alta Montaña (819 familias), 9 actividades menores (248 familias), 80 Comunidades Campesinas, gran cantidad de población relacionada, así como varias empresas privadas y ONG's (SERNANP, 2010).

Por otro lado, en la zona de amortiguamiento del PNH se desarrolla una actividad agrícola, principalmente de autoconsumo. Dicha actividad se realiza en un área de 4000,17 ha y, se desarrolla bajo riego. El recurso empleado para dichas irrigaciones, proviene del río Quillcay, bajo las licencias otorgadas por la Autoridad Nacional del Agua a los Comités de Usuarios de Agua de Riego (INAIGEM, 2016).

En el área de estudio es el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quillcayhuanca el que puede hacer el uso de los pastizales. Esta, es una organización funcional (conformada para resolver necesidades y problemas específicos, promocionar intereses o expresar opiniones que afecten a sectores de la población) fundada en 1974, con el fin de usufructuar los pastizales de la quebrada Quillcayhuanca por medio de la actividad ganadera en un área que inicialmente se encontraba bajo el dominio de un hacendado (LEUP – UNALM, 2014). Posteriormente, en 1989, los socios de esta organización se constituyeron legalmente como “un grupo de usuarios de la quebrada de Quillcayhuanca, con el propósito de aprovechar racionalmente los recursos y pastos naturales dentro de los límites del PNH, lo que contribuirá al desarrollo social. Se constituye una asociación de personas integradas por: el caserío de Unchus, las Comunidades Campesinas Yaccu Racca y Tayacoto, del centro poblado menor de Llupa y los caseríos de Rivas, Marián, Huanchac, Curhuas, Uquia, Chequio y vecinos colindantes, bajo la asesoría técnica normativa del PNH” (Universidad Nacional Agraria La Molina y Ministerio del Ambiente, 2014, p. 8-9).

Con la creación del PNH el primero de julio 1975, el Grupo de Usuarios de Quillcayhuanca es reconocido formalmente como Comité de Usuarios de Pastos Naturales del PNH de la quebrada Quillcayhuanca, en el marco de lo establecido bajo la promulgación de la resolución ministerial 1200-80-AA-DGFF.

De acuerdo a los resultados de un estudio de diagnóstico social realizado por el Consorcio Instituto de Montaña en 2014, al 2009 existían 240 usuarios debidamente inscritos, de los cuales 77.1 % son varones y más del 60 % del total se encuentra en el rango de 30 a más años de edad. El 78 % de los usuarios eran agricultores y destinaban sus productos al autoconsumo y complementaban esta actividad con la crianza de ganado y animales menores. Asimismo, existía una importante producción de plantas medicinales y aromáticas, realizada principalmente por las mujeres y, algunos varones ocasionalmente recibían salarios por su desempeño como trabajadores en actividades constructivas, productivas o turísticas (UNALM y MINAM, 2014).

Acerca de la dependencia económica de las familias por la actividad ganadera en la quebrada Quillcayhuanca, en promedio cada familia de usuarios tenía ingresos mensuales promedio que oscilaban entre los 300 y 600 soles. Dicho monto, dependía de la edad y la contribución de la familia, siendo esta última aproximadamente de 4 a 6 hijos por familia. En esa medida, la crianza del ganado vacuno se empleaba como una modalidad de ahorro familiar, realizando la venta en pie para cubrir necesidades educativas, de salud o, por el exceso de animales (Universidad Nacional Agraria La Molina y Ministerio del Ambiente, 2014).

El uso de los pastizales en la quebrada es de manera continua y extensiva, los animales se movilizan o desplazan periódicamente, pudiendo ser de tres tipos diferentes por su movilización: uso permanente o estable, uso estacional o temporal, agropastoreo. El uso permanente, corresponde a los animales que se mantienen durante todo año en un sector de los pastizales porque desde su nacimiento se aclimataron y permanecen en estos para su alimentación (UNALM y MINAM, 2014).

El uso estacional o temporal, corresponde a los animales que se alimentan en dos o más sectores de la quebrada, el lugar corresponde esencialmente a la temporada de lluvias y la calidad de los pastizales. El agropastoreo, se sucede cuando los usuarios cuentan con terrenos de cultivo en sus zonas de origen, a los cuales pueden trasladar a los animales por temporadas para complementar su alimentación con forraje o, empleando el rastrojo de las diversas especies cultivadas (UNALM y MINAM, 2014).

Los pastos son empleados por el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca para el pastoreo de vacunos, ovinos, caballos y burros, que al 2014 representaban 1732.2 UA (equivalente a 1324 cabezas de ganado vacuno, 51 cabezas de ganado ovino, 296 caballos y 82 cabezas de burros) (LEUP – UNALM 2014) Administrativamente, todos los usuarios pertenecen a un sector y sus representantes en la junta directiva responden a su vez a esta división, siendo estos: Unchus, Comunidad, Llupa, Marian, Rivas, Huanchac, Uquia y Curhuas. Sin embargo esta división no responde a la distribución de los animales en el área de pastos a la cual tiene acceso, pues no hay límites físicos o personal constante que vigile dicha distribución (LEUP – UNALM 2014).

3.3 Metodología para analizar los registros climáticos de intensidad y cantidad de precipitación

Existen escenarios climáticos planteados para la cuenca alta del río Santa y la región Ancash (Obregón et al. 2009 y Schauwecke s.f.), sin embargo por las características de la zona de estudio, estos no pueden ser interpolados directamente para identificar posibles escenarios y en esa medida elementos sensibles a los posibles efectos que estos tendrían sobre las condiciones biofísicas de la quebrada. Esto último, ya que la zona de estudio corresponde a una puna andina, considerada como un entorno de alta incertidumbre climática, por la accidentada topografía y la ausencia de información suficiente (PNUD et al., 2016).

Por lo indicado, se analizó información meteorológica de una estación próxima a la zona de estudio, a fin de compararla con los escenarios climáticos planteados y de esta manera, coadyuvar a identificar los elementos sensibles de la zona de estudio frente al efecto de disminución de la disponibilidad de recurso hídrico asociado al peligro climático de desglaciación.

Se desarrolló un análisis de la intensidad y duración de la precipitación, empleando los registros de la precipitación en milímetros por hora de la estación meteorológica Quilcayhuanca de la Facultad Ambiental de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Esta última es la estación meteorológica más próxima a la zona de estudio, al ser adyacente a la portada de ingreso a la quebrada, el detalle de su ubicación se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6. Ubicación de la estación meteorológica

Estación	Coordenadas		Altitud (msnm)
	Norte	Este	
EM16- Quilcayhuanca (Huaraz)	S 09° 29' 53.50"	W 77° 24' 59.80"	3828

Fuente: INAIGEM y UNASAM (2016)

La data meteorológica empleada, corresponde a los registros de precipitación en milímetros por hora de los años 2012 al 2017. De los valores obtenidos, para el análisis solo fueron empleados los registros de datos completos (con registros para cada hora del día).

Para el procesamiento de los datos, en atención a lo indicado por la UNASAM a la entrega de la información, se procesó la data empleando factores de conversión consignados por dicha institución. Posteriormente, se procedió a la sumatoria de los valores de precipitación en milímetros por día y por mes. Esto, para comparar como varía la precipitación entre los años indicados.

3.4 Metodología para determinar la capacidad de infiltración de la zona de estudio

3.4.1 Muestreo

El área de estudio comprende una *plazoleta o paraje* (área empleada por los animales para su alimentación), en la cual se han establecido dos parcelas de evaluación cuadradas, de dimensiones cinco metros de lado por cinco metros de lado. Cada una de las parcelas delimitadas corresponde a uno de los tipos de pastos andinos presentes en el área de estudio. Así, la parcela 1 comprende una muestra del tipo de pasto Bofedal y la parcela 2, comprende una muestra del tipo de pasto Complejo Arbustal – Matorral. El tamaño de las parcelas y el muestreo en estas, fue adaptado de González (2015), ajustando el área de la parcela al área que comprende la plazoleta y la distribución de los individuos de “raquish” *Weneria nubigea* (LEUP-UNALM, 2014), los cuales delimitan el área de la plazoleta al ser especies no consumidas por los animales.

Para realizar la caracterización del suelo, tasa de infiltración, densidad aparente y vegetación se realizó el muestreo en las dos parcelas, de acuerdo al siguiente gráfico:

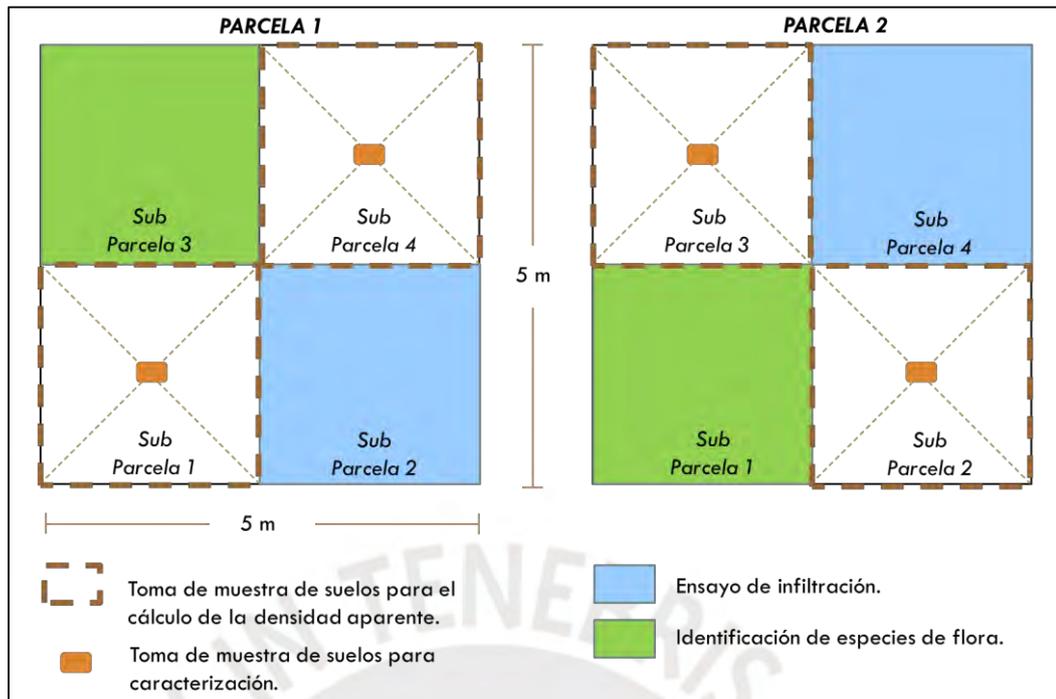


Gráfico N° 2. Distribución de la parcela en estudio

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Caracterización de suelo

3.4.2.1 Obtención de muestras de suelo de las áreas evaluadas

Las muestras fueron obtenidas en el centro de las subparcelas, de acuerdo con el detalle descrito en el gráfico N° 2. Para su obtención, se procedió a retirar la capa orgánica del suelo, posteriormente empleando la pala recta se procedió a realizar una apertura en “V” con una profundidad de 0,30 cm, para trasladar el material a una bolsa limpia.

Finalmente, se mezcló por separado el suelo obtenido de las subparcelas correspondientes a la parcela 1 y, los correspondientes a la parcela 2. Esto, para obtener una muestra de aproximadamente un kilogramo de suelo de cada mezcla, que fue posteriormente trasladada al laboratorio para su análisis. El procedimiento desarrollado tomó como referencia la metodología descrita por González (2015).



Imagen N° 1. Retiro de material orgánico y medición de la apertura realizada Fuente:
Registro propio



Imagen N° 2. Muestras de suelo pesadas y almacenada para derivarse al laboratorio
Fuente: Registro propio

3.4.2.2 Análisis de las muestras de suelos

El análisis de las muestras fue realizado por el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes perteneciente al Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

3.4.3 Tasa de infiltración

De acuerdo a lo descrito por Gonzáles (2015) y Hermoza (2013), las muestras fueron obtenidas en el centro de las subparcelas, de acuerdo con el detalle descrito en el gráfico N° 2. El método de cilindros infiltrómetros, fue escogido para las pruebas de infiltración, porque permite obtener un registro en el tiempo de la infiltración, porque la plazoleta seleccionada no presenta una pendiente pronunciada y por la escasa pedregosidad. Estas últimas permitieron una buena instalación de los cilindros.

El cilindro concéntrico de mayor tamaño presenta un diámetro de 45 cm y el cilindro de menor tamaño tiene un diámetro de 30 cm.

Antes de iniciar el ensayo se procedió a la instalación del anillo de mayor diámetro, empleando la comba y el madero para asegurar que se encuentre fijo en el suelo, posteriormente se instaló el cilindro de diámetro menor, cuidando que ambos queden al mismo nivel. Para este fin, se empleó además un nivel de ingeniero.

Para realizar el ensayo, se instaló una bolsa plástica en el interior del cilindro de menor tamaño para garantizar que ambos cilindros pueden ser llenados de manera simultánea. Posteriormente se procedió al llenado del cilindro de mayor diámetro y el retiro del plástico que marca a su vez el inicio de las lecturas del nivel de agua en la regla. Durante el desarrollo del ensayo se cuidó que el nivel de agua del cilindro de diámetro mayor en ningún momento sea inferior al nivel de agua del cilindro de menor diámetro, y por tanto se tomaron registros además, antes y después del llenado de los cilindros. Los ensayos de infiltración concluyeron con el retiro de los cilindros Infiltrómetros.



Imagen N° 3. Proceso de Instalación de los anillos en las subparcelas

Fuente: Registro propio



Imagen N° 4. Ensayo de infiltración en curso

Fuente: Registro propio

3.4.4 Densidad aparente

3.4.4.1 Contenido de humedad inicial

Las muestras fueron obtenidas en el centro de las subparcelas, de acuerdo con el detalle descrito en el gráfico N° 2, empleando para tal fin los forados realizados para tomar las muestras de suelos para su caracterización. Empleando la pala recta, los forados se mejoraron para convertirlos en calicatas de 40 cm de lado y ancho y de 30 cm de profundidad.

Para determinar el contenido de humedad inicial del suelo se utilizó el método gravimétrico, empleando un cilindro de dimensiones conocidas (9,90 cm de alto y 5,10 cm de diámetro). La toma de muestras se realizó en la cara frontal de la subparcela, paralela a la quebrada Quilcayhuanca, a una profundidad de 20 cm. Para obtener la muestra, el cilindro se introdujo en el perfil del suelo con ayuda de una comba, dicho material se retiró y almacenó en una bolsa de papel para proceder a su pesado (in situ), etiquetado, almacenaje y posterior traslado a laboratorio.



Imagen N° 5. Calicata terminada para tomar muestras de densidad aparente

Fuente: Registro propio



Imagen N° 6. Cilindro introduciéndose en una de las caras laterales de la calicata

Fuente: Registro propio



Imagen N° 7. Almacenamiento temporal de la muestra

Fuente: Registro propio



Imagen N° 8. Preparación de balanza para realizar el primer pesaje de la muestra de suelo.

Fuente: Registro propio

3.4.4.2 Cálculo de la densidad aparente

El análisis de las muestras fue realizado por el Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes perteneciente al Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

3.4.5 Vegetación

El registro se realizó a partir de observaciones realizadas en subparcelas, de acuerdo con el detalle descrito en el gráfico N° 2 ,contrastadas con lo descrito en el Producto 1.1 Inventario de Pastos de la quebrada Quillcayhuanca – Ancash generado en el marco del Proyecto de servicio de recuperación de bofedales de la quebrada Quillcayhuanca – Ancash (LEUP-UNALM 2014).



Imagen N° 9. Registros de flora realizados en la sub parcela 3

Fuente: Registro propio



Imagen N° 10. Registros de flora realizados en la sub parcela 1

Fuente: Registro propio



Imagen N° 11. Registros de flora realizados en la sub parcela 1

Fuente: Registro propio



Imagen N° 12. Registros de flora realizados en la sub parcela 2

Fuente: Registro propio

3.5 Metodología para identificar los factores del Sistema Socio – Ecológico (SSE) que influyen en la capacidad de infiltración y la capacidad de adaptación

El área de estudio, actualmente solo puede ser empleada para el aprovechamiento de los pastos por el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca, bajo los términos descritos en la resolución ministerial 0100-80-AA-DGFF.

Por tanto, para caracterizar el SSE se requirió describir cómo se lleva a cabo el uso de los pastos y como la Jefatura del PNH interviene en dicha actividad: monitoreando, regulando y corrigiendo las actividades que se realizan (Ostrom, 2000).

Las unidades de recursos que determinan la capacidad de infiltración se describieron a partir de la metodología desarrollada en el ítem 3.4 del presente. En tanto que los usuarios de las unidades de recursos, los sistemas de recursos y los sistemas de gobernanza, se caracterizaron tomando como referencia la metodología empleada durante la *Fase de consulta, diagnóstico y diseño* de la experiencia desarrollada como parte del Proyecto de Adaptación basada en Ecosistemas de Montaña (EbA Montaña) (PNUD et al., 2016).

La información generada además fue empleada para identificar los elementos sensibles del SSE en estudio, frente al efecto de disminución de la disponibilidad de recurso hídrico asociado al peligro climático de desglaciación. Esto, en función de la percepción de los usuarios de su vulnerabilidad frente al efecto indicado.

En ese sentido se desarrollaron las siguientes actividades:

3.5.1 Taller Participativo

La metodología empleada fue adaptada de la descrita por De Souza (2003) y el diseño bajo el cual se desarrolló se describe a continuación:

3.5.1.1 Fundamentación.-

El taller y las visitas a los usuarios de los recursos se presentan como una forma de conocer sus percepciones respecto de la información requerida para generar un diagnóstico indirecto de la vulnerabilidad del SSE frente al efecto del peligro climático estudiado (PNUD et al., 2016; Zapata y Gómez 2015, Zapata, Torres, Gómez y Podvin, 2016).

En ese sentido, el taller fue desarrollado en dos sesiones, la primera sesión fue desarrollada con miembros de la Junta Directiva del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca en agosto de 2018 y la segunda sesión, fue desarrollada con la participación de los investigadores locales en octubre de 2018.

Esto último, considerando a los investigadores locales como usuarios y usuarias que actuaron como puntos focales y, representantes de los usuarios con animales que usualmente permanecen alimentándose en la zona de estudio. Aliados que se ofrecieron de manera voluntaria para participar de la sesión (Zapata, et al., 2016).

3.5.1.2 Participantes.-

Los participantes fueron los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca, considerando en la primera sesión solo a los miembros de la junta directiva, a su solicitud, por el orden de toma de decisiones en la organización.

Producto de esta primera sesión, el presidente y la junta directiva se encargaron de informar e invitar a los usuarios, con animales alimentándose en el sector en estudio, a la segunda sesión del taller.

3.5.1.3 Objetivos del taller.-

- Entender como los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca definen su vulnerabilidad frente al efecto de disminución de los recursos hídricos a consecuencia de la desglaciación.

- Conocer como los usuarios emplean los recursos del área a la cual tiene acceso el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca.
- Entender las medidas que plantean los usuarios para hacer frente a su vulnerabilidad y, la problemática asociada a su implementación.

3.5.1.4 Acciones llevadas a cabo durante la sesión 1 del taller

a. Objetivo de la sesión

Conocer las percepciones que los miembros de la junta directiva tienen acerca de la investigación a realizar, los efectos de la desglaciación en sus actividades y la organización existente en torno al aprovechamiento de los pastos.

b. Actividades de inicio

Antes de iniciar la sesión, se consultó a los asistentes si se podía grabar la actividad a desarrollar. Solo una vez que se evidencio que no se presentaron objeciones al respecto este se inició.

La actividad inició con una redistribución de los miembros en el local comunal, para que los miembros que representen a un mismo sector se sienten próximos. Posteriormente, se pidió a cada uno de los miembros de la junta Directiva que se presentara indicando: nombre, a que sector representan y que actividades desarrollan como parte de la junta directiva.

Posteriormente, se procedió a una breve exposición de la investigación a realizar, con énfasis en la descripción del problema.

c. Actividad de desarrollo

Concluida la exposición, se solicitó a los asistentes realizar preguntas acerca del tema expuesto y de su percepción acerca de este. Posteriormente, se les solicitó indicaran como se organizan para hacer uso de los pastos en el área ocupada por el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca.

Ya que el uso de la quebrada Quilcayhuanca implica que los doscientos cuarenta usuarios accedan a los pastos, se pidió a los asistentes que colaboren en la construcción de un mapa parlante que evidenciara como los animales de los usuarios se distribuyen en el espacio.

d. Actividad de finalización

Para concluir la actividad, se procedió a resumir los comentarios realizados por los asistentes e indicar que las preguntas realizadas fueron registradas y serán consideradas durante el desarrollo de la investigación.

Asimismo, se informó a los asistentes de la segunda sesión del taller, fecha tentativa de realización y se solicitó la confirmación posterior de la misma.

e. Actividades para evaluar la sesión

En gabinete se evaluó el registro fílmico realizado para sistematizar los comentarios generados durante el evento, en función de los objetivos de su realización.



Imagen N° 13. Miembros de la Junta Directiva del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca al término de la sesión 1 del taller

Fuente: Registro propio

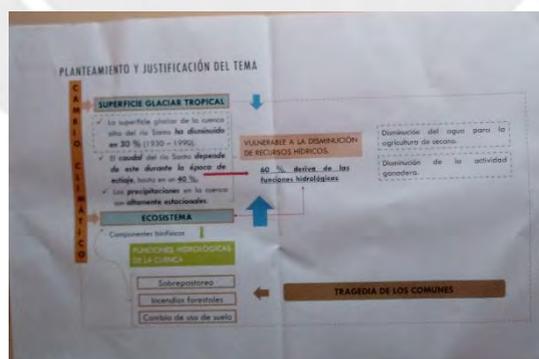


Imagen N° 14. Diapositiva impresa empleada para esquematiza el problema de estudio.

Fuente: Registro propio

3.5.1.5 Acciones llevadas a cabo durante la sesión 2

a. Objetivo de la sesión

Conocer las percepciones de los usuarios acerca de la investigación a realizar, los efectos de la desglaciación en sus actividades, la organización existente en torno al aprovechamiento de los pastos y de posibles alternativas para mejorar su vulnerabilidad.

b. Actividades de inicio

Antes de iniciar la sesión, se consultó a los asistentes si se podía grabar la actividad a desarrollar y solo una vez que se evidencio que no se presentaron objeciones al respecto, se inició el registro y se dio por iniciada la sesión. Asimismo, se presentó a los usuarios a la persona que podía traducir si así lo requirieran del español al quechua y viceversa, sin embargo los asistentes indicaron que todos podían recibir instrucciones y emitir comentarios en español.

La actividad inició con el traslado de los usuarios a la zona de estudio, para esto se empleó una movilidad que en el trayecto de la ciudad de Huaraz a la portada fue recogiendo a los usuarios en paraderos concertados. Una vez en la *portada* de la quebrada Quilcayhuanca, se realizó un desayuno compartir con los asistentes y se les entrego agua para iniciar la caminata a la zona de estudio.

A lo largo de la caminata, se fue conversando con los usuarios acerca de la infraestructura que se podía observar: sistema de canales, cercos abandonados y pircas. Asimismo, se consultó a estos acerca de cómo se delimitan físicamente los ocho sectores de los cuales forman parte los usuarios.

En la zona de estudio, se procedió a una breve exposición de la investigación cuya realización estaba en curso, con énfasis en la descripción del problema, el contenido descrito siguió la estructura empleada durante el desarrollo de la sesión 1.

c. Actividades de desarrollo

Concluida la exposición, se solicitó a los asistentes realizar preguntas acerca del tema expuesto y de su percepción acerca de este. Posteriormente se les solicitó indicaran como se alimentan los animales en la zona de estudio, a que sector pertenece esta y como se garantiza que los animales de los usuarios no se

movilicen fuera de las áreas asignadas a los usuarios perteneciente a un sector determinado.

Asimismo, se pidió que los presentes indiquen como se podría mejorar el sistema de recursos actual, con énfasis en los aspectos que ellos consideren críticos respecto de la disponibilidad de recurso hídrico.

d. Actividades de finalización

Para concluir la actividad, se procedió a resumir los comentarios realizados por los asistentes e indicar que las preguntas realizadas fueron registradas y serán consideradas durante el desarrollo de la investigación.

e. Actividades para evaluar la sesión

En gabinete se evaluó el registro fílmico realizado para sistematizar los comentarios generados durante el evento, en función de los objetivos de su realización.



Imagen N° 15. Usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca durante el desarrollo de la sesión 2 del taller

Fuente: Registro propio



Imagen N° 16. Usuario del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca exponiendo acerca de la alimentación de los animales en la zona de estudio.

Fuente: Registro propio

3.5.2 Entrevista

El área de pastos naturales ubicada en el sector en estudio, se encuentra al interior de la zona de uso especial del PNH. Por tanto, el Estado, a través de la Jefatura del PNH monitorea el uso del área y puede intervenir sobre las condiciones en las cuales se aprovecha el recurso.

Por tanto, el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca, como una organización de la que forman parte 240 usuarios de pastos naturales de la quebrada (el área que ocupa el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca no se extiende a toda la quebrada), tiene acceso limitado al uso de los pastos naturales para la alimentación de ganado vacuno, equino (caballos y burros) y bovino y, no extiende sus funciones a la gestión de otros recursos, como el recurso hídrico.

En ese sentido, el sistema de uso del recurso que se gestiona (pastos naturales) y el sistema de gobernanza entorno a este, se determina a partir de las interacciones entre una entidad del Estado y la organización de usuarios que lo aprovechan. Por tanto, las entrevistas se realizaron con los siguientes objetivos:

- Caracterizar el sistema de recursos, desde la percepción de los usuarios que forman parte del mismo y lo aplican durante el desarrollo de sus actividades.
- Caracterizar el sistema de gobierno, desde la percepción de los reguladores de la actividad de uso de los pastos y entidades que pueden influir en la toma de decisiones.

3.5.2.1 Entrevista dirigida a los usuarios del comité

Su aplicación fue requerida para indagar acerca de cómo los usuarios que forman parte del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca participan de las actividades del comité y, entienden las normas establecidas para el uso de los pastizales a los cuales tienen acceso.

Es importante considerar que los usuarios que forman parte del citado comité no pueden vivir en el área en estudio, por tanto su permanencia en el área se limita a la requerida para el desarrollo de las actividades asociadas al manejo del ganado de su propiedad. El acceso y salida del ganado del área solo puede llevarse a cabo los días sábados y está sujeto a la supervisión del presidente y/o secretario del comité, los cuales registran cada ingreso y salida de este.

Asimismo, de las gestiones previas y consultas realizadas, se evidencio que en el área de estudio se habían realizado investigaciones previas por instituciones tales como Organizaciones No Gubernamentales sin fines de lucro (ONGs), universidades y otros que habían generado expectativa en los usuarios y al no tener los resultados esperados, generaron cierta resistencia a participar de iniciativas similares.

Por lo antes indicado, antes de aplicar las entrevistas se llevó a cabo la primera sesión del Taller participativo, identificándose que al ser la Junta Directiva del Comité el primer nivel para la toma de decisiones respecto de las actividades a realizar por el Comité, debían ser el grupo a entrevistar para caracterizar el actuar de este elemento del Sistema de Gobierno. Así, las entrevistas realizadas a los miembros de la Junta Directiva que aceptaron participar, fueron concertadas con uno de ellos.

Asimismo, para evidenciar como las decisiones tomadas por la Junta Directiva del comité son aplicadas por los usuarios, se aplicaron entrevistas a los usuarios que ingresaron por la portada durante los días ocho y quince de setiembre y trece de octubre del 2018. Estas últimas, se realizaron en conversaciones no formales bajo la guía establecida.

Antes de realizar las entrevistas concertadas y no concertadas, se informó a los usuarios de manera oral: acerca de los datos de la entrevistadora (la suscrita), el objetivo de la investigación, el manejo de la información obtenida y de la posibilidad de no continuar con la entrevista en caso no estén de acuerdo, de acuerdo al siguiente detalle:

Mi nombre es Maylhí Greta Quispe Palomino, actualmente soy alumna de la Pontificia Universidad Católica del Perú de la ciudad de Lima. La investigación que realizó busca entender como el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada de Quilcayhuanca organiza el uso de los pastos naturales para poder proponer una medida que busque disminuir su vulnerabilidad frente a los efectos de la desglaciación.

Si usted acepta ser entrevistado, sostendremos una conversación por aproximadamente quince minutos. Si usted lo permite grabare nuestra conversación para posteriormente tomar nota de lo conversado. Si no está de acuerdo, puedo tomar nota, durante nuestra conversación y no grabar. Su nombre no será publicado como parte de la investigación, y en caso haya accedido a ser grabado, las grabaciones no serán proporcionadas a nadie más.

Si durante nuestra conversación alguna de las preguntas formuladas no es clara puede consultar acerca de la misma interrumpiéndome y si no desea contestar puede abstenerse. Asimismo, si no desea continuar con nuestra conversación puede indicarlo.

El esquema que a continuación se presenta, se generó con el objetivo de evaluar cómo las actividades de los usuarios de la quebrada podrían alterar los factores biofísicos que influyen en la capacidad de infiltración del suelo: propiedades del suelo (textura y estructura del suelo, humedad inicial), régimen de abastecimiento de agua, sellamiento, encostramiento y compactación del suelo y, movimiento y atrapamiento de aire en el suelo (Jude, 1987). Asimismo, se consideraron los aspectos de la organización del Comité, que pudieran influir o modificar la actual gestión y que pueden modificar esta característica.

Cuadro N° 7. Esquema empleado para realizar entrevistas a los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca

Sub problemas de investigación	Preguntas de la entrevista
Los factores que afectan la capacidad de infiltración se relacionan al sistema productivo	1. ¿Desde cuándo es usted usuario del comité? 2. ¿Cómo se hizo usuario del comité? 3. ¿Actualmente tiene animales en la quebrada?, ¿cuántos?

Sub problemas de investigación	Preguntas de la entrevista
	<p>4. ¿En cuál de los subsectores se encuentran sus animales?</p> <p>5. ¿Hasta cuántos animales puede tener en la quebrada?</p> <p>6. ¿Durante el último mes, cuántas veces ha ido a ver a sus animales?</p> <p>7. ¿Qué actividades realiza cuando va a ver a los animales (lleva sal, medicina, etc)?</p>
<p>Los factores que afectan la capacidad de infiltración se relacionan al sistema de gobierno</p>	<p>8. ¿Participa usted de las actividades del comité en la quebrada: vigilancia de la portada, jornadas de limpieza?, ¿Cómo participa?</p> <p>9. ¿Cómo es convocado para participar de las actividades? (celular, en una reunión general indican las fechas)</p> <p>10. ¿Cuándo tiene algún problema (no puede asistir a alguna actividad programada, se perdió un animal), contacta algún miembro de la asamblea o al presidente?</p> <p>11. ¿Quién controla cuántos animales puede tener en la quebrada?, ¿Cómo?</p> <p>12. ¿Cuándo se reúnen con el presidente y la asamblea y se toma una decisión ustedes votan? ¿Por ejemplo las fechas para las faenas?</p> <p>13. ¿Alguna vez SERNANP o el ALA lo ha convocado a una reunión?, ¿Cómo ha realizado la convocatoria?</p> <p>14. ¿Cuándo se reúne con SERNANP o el ALA?, ¿Cuáles son los temas a tratar?</p> <p>15. Si durante las reuniones con SERNANP o el ALA se toman decisiones, ¿puede usted opinar acerca de estas?</p>
<p>¿Cuál es el nivel de dependencia económica de los usuarios respecto del uso de los pastizales?</p>	<p>16. ¿Se dedica usted a otras actividades (agricultura, ganadería, trabajo remunerado)?</p> <p>17. ¿Sus ingresos dependen principalmente de la venta o sacrificio de los animales de la quebrada?</p>

Sub problemas de investigación	Preguntas de la entrevista
	18. ¿Cuál es el ingreso que percibe al vender los animales de la quebrada? 19. ¿Alguna vez ha considerado introducir animales diferentes en la quebrada (alpacas, vicuñas, llamas, otros)?

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2.2 Entrevista dirigida a autoridades locales e instituciones de investigación

El objetivo de estas entrevistas fue caracterizar el sistema de gobierno entorno al sistema de recursos bajo el cual se emplean los pastos de la quebrada Quilcayhuanca. Así, de acuerdo a resolución directoral 010-2016-SERNANP-DGANP, se reconoce como integrantes de la Comisión Ejecutiva del Comité de Gestión del Parque Nacional Huascarán a las siguientes instituciones: Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña, Jefatura del Parque Nacional Huascarán, Comité de Usuario de Pastos Tayancocha, Empresa Montreck, UNASAM – Facultad de Educación, Instituto de Montaña, Dirección de Energía y Minas- DREM, Dirección Regional Agraria Ancash – DRA, Centro Poblado Acopara.

En ese sentido, se concertaron fechas para entrevistar a representantes de las entidades antes señaladas, en particular a las que tenían capacidad de intervenir en la toma de decisiones respecto de la gestión de los pastos aprovechados por los usuarios de pastos del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca.

El esquema que a continuación se presenta, se generó con el objetivo de evaluar como las diferentes instituciones interactúan en el sistema de gobierno que rige el uso de los pastos y como los usuarios pueden participar de este. En esa medida las categorías a las cuales corresponden las preguntas que forman parte de la guía, buscaban identificar los mecanismos de participación y su influencia en el uso de pastos.

Cuadro N° 8. Esquema empleado para realizar entrevistas a los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca

Categoría	Preguntas
Como intervienen en el uso de recursos	<p>¿Cómo su institución interviene en las medidas para controlar el uso de los pastos y/o agua?</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿De alguna manera se podría incrementar la cantidad de usuarios de pastos? - ¿Cómo controla cuantos animales ingresan a la quebrada? - ¿Cómo se evalúa cuantos bofedales se emplean como pastizales al interior de la quebrada?
Como interacciona con los usuarios	<p>¿Tienen un cronograma de reuniones y/o talleres a realizar con los usuarios, durante el año?</p> <p>¿Si se produce algún evento inesperado, cual es el procedimiento a seguir?</p>
Como califica el desempeño ambiental de la quebrada	<p>¿Cómo se monitorean los servicios ambientales de regulación hídrica de la quebrada?</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuáles son los factores que afectan el flujo de agua en la quebrada? - ¿Cómo monitorean la variación de la tasa de infiltración? - ¿Cómo monitorean la densidad aparente?
Como participa de las investigaciones realizadas en la quebrada	<p>¿Existen criterios para priorizar investigaciones en la quebrada?</p> <p>¿Se incorpora el peligro climático de desglaciación y sus efectos en las investigaciones realizadas?, ¿cómo?</p> <p>¿Se cuenta con un listado de temas de investigación priorizados?. En caso no sea un representante del PNH, ¿El PNH ha presentado a su institución un listado de temas de investigación priorizados?</p> <p>¿Al gestar y desarrollar las investigaciones, se considera la aplicación de medidas para un proceso de validación social de los resultados obtenidos?</p>

3.5.3 Procesamiento de la información generada.-

El análisis de la data generada a partir de los talleres y entrevistas se llevó a cabo de acuerdo a lo descrito por Hennink, Hutter y Bailey (2010), para lo cual se desarrollaron las siguientes acciones:

- Desarrollo de códigos, los cuales pueden ser; problemas, temas, ideas, opiniones, etc., que son evidentes en los datos, esencialmente discutidos por los

usuarios. Se consideraron los códigos planteados por el investigador (identificados en las guías empleadas para el desarrollo de las entrevistas) y, los planteados por los entrevistados.

- Descripción de los temas, considerando la profundidad, amplitud, contexto y matices de cada tema, para crear una descripción detallada sobre los diferentes aspectos de cada tema o asunto.
- Comparación de códigos, para explorar a fondo los problemas, identificar patrones e identificar relaciones en los datos.
- Categorización, consintió en la agrupación de códigos con atributos similares en categorías amplias.
- Conceptualización de los códigos para desarrollar una comprensión conceptual amplia de lo que está sucediendo en los datos.
- Definición los códigos hallados.



4. RESULTADOS

4.1 Análisis de los registros climáticos de intensidad y cantidad de precipitación

Los registros meteorológicos de la estación EM16- Quilcayhuanca (Huaraz) no presentaban información completa, por lo tanto, esta no puede ser comparada o correlacionada con los escenarios generados empleando métodos estadísticos. La información brindada fue procesada y analizada, empleando los factores de ajuste y conversión indicados por la UNASAM, los registros originales se adjuntan en el Anexo 2 del presente.

En el gráfico N° 3 se muestra la distribución de la precipitación total anual durante los meses del año para el periodo 2012 -2017. Se observa que entre los años 2012 y 2017, no se aprecia una tendencia en la variación de la precipitación registrada entre los meses de agosto y diciembre, pues entre los años 2012 y 2015 se incrementaron las precipitaciones, sin embargo estas disminuyeron durante los años 2016 y 2017.

Entre los años 2016 y 2017, se observa, que a diferencia de los otros años, la cantidad de precipitación se concentra entre los meses de enero y mayo.

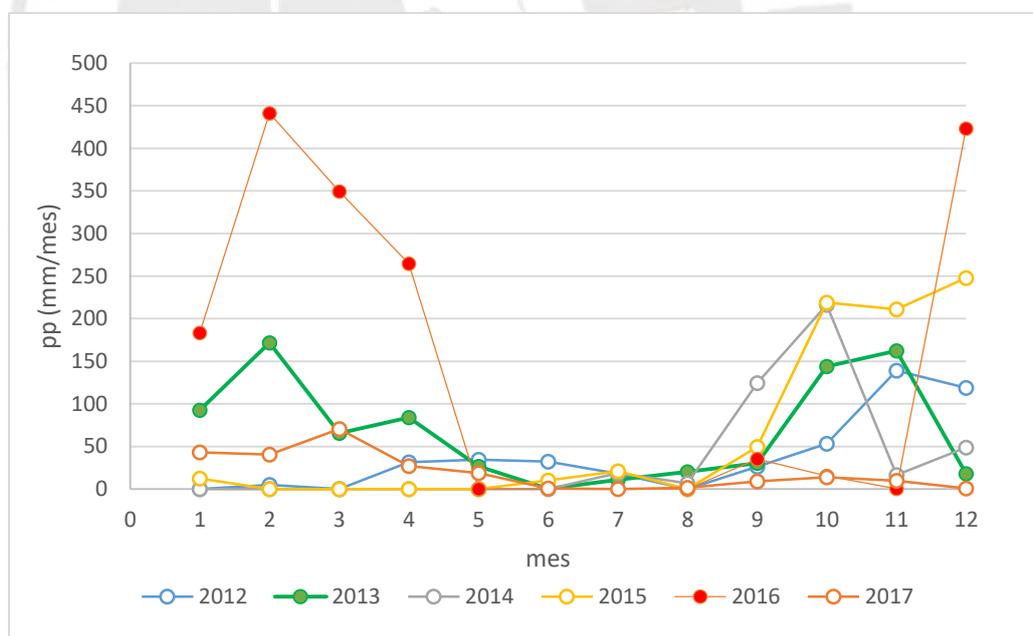


Gráfico N° 3. Distribución de la precipitación por año (mm/mes)

Fuente: Elaborado empleando registros de la EM16- Quilcayhuanca (Huaraz) 2012 - 2017

En el gráfico N° 4 se muestran los días de lluvia por mes registrados durante el periodo 2012 -2017. En 2012 se observa un desplazamiento de la mayor cantidad de días de precipitación hacia los meses de mayo, junio y julio, el cual no se relaciona con una mayor cantidad de precipitación. La precipitación, de acuerdo a lo señalado en el gráfico N°3, se concentra en los meses de octubre, noviembre y diciembre. Asimismo, se observa que en los años para los cuales se cuenta con registros de una mayor cantidad de meses (2013, 2016 y 2017), se apreció mayor cantidad de días de precipitación en los meses de febrero, marzo y abril, respecto de los registros observados entre los meses de septiembre y enero.

Asimismo, en los años 2016 y 2017, se puede apreciar una marcada diferencia de los días de precipitación por mes registrados, observándose mayor cantidad entre los meses de enero a abril.

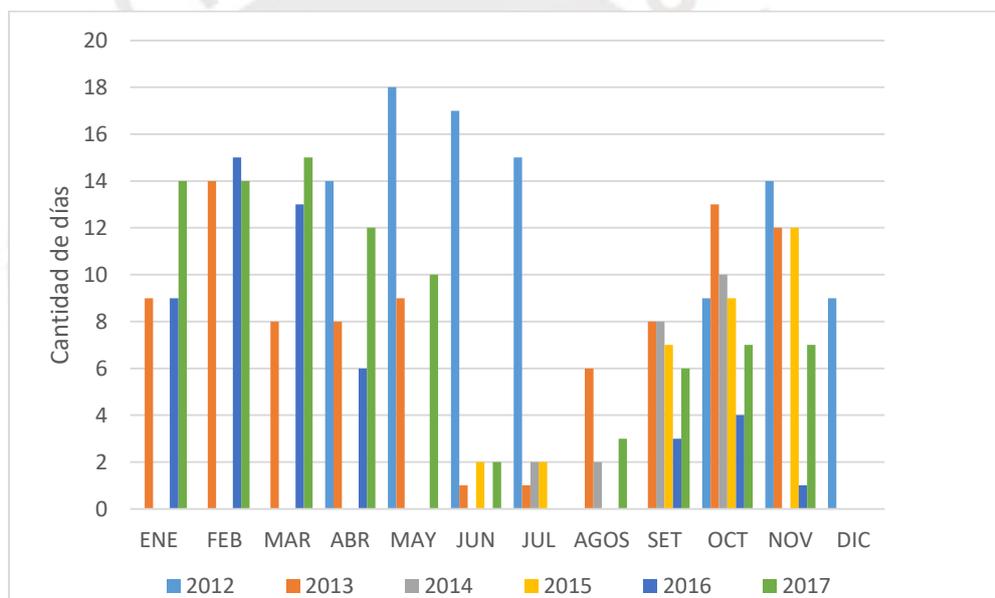


Gráfico N° 4. Días de lluvia por mes

Fuente: Elaborado empleando registros de la EM16- Quilcayhuanca (Huaraz) 2012 - 2017

4.2 Capacidad de infiltración de la zona de estudio

En el gráfico N° 5, se puede apreciar la velocidad instantánea registrada durante los ensayos realizados en las subparcelas evaluadas. La velocidad de infiltración instantánea, como se observa, varía con el transcurso del tiempo, siendo al inicio de la evaluación mayor para luego disminuir hasta llegar a un valor constante.

De acuerdo a los resultados, la parcela 1 asociada al tipo de pasto Bofedal, inicia con una velocidad de infiltración alta en el primer minuto de medición (24,00 cm/h), sin embargo desciende de manera rápida hacia la segunda medición (12,00 cm/h). No obstante, en la parcela 2 asociada al tipo de pasto Complejo Arbustal – Matorral, se observa que la disminución no es tan drástica, al iniciarse en 48,00 cm/h y posteriormente disminuir a 42,00 cm/h.

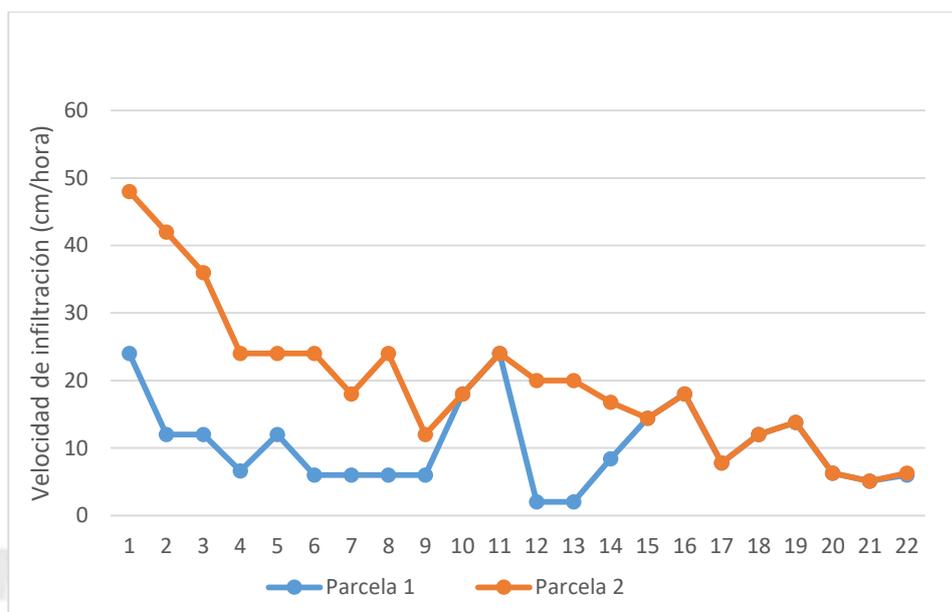


Gráfico N° 5. Velocidad de infiltración Instantánea (cm/hora)

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 9, se muestran los valores promedio de velocidad de infiltración, los cuales indican que la velocidad de infiltración instantánea registrada en la parcela 1, asociada al tipo de pasto Bofedal es casi la mitad de la registrada en la parcela 2, asociada al tipo de pasto Complejo Arbustal- Matorral.

Cuadro N° 9. Valores promedio de velocidad de infiltración instantánea (cm/h)

Tiempo parcial (min)	Parcela 1 - Bofedal	Parcela 2 - Asociación Pajonal - Arbustal
Promedio	10.38	19.75

Fuente: Elaboración propia

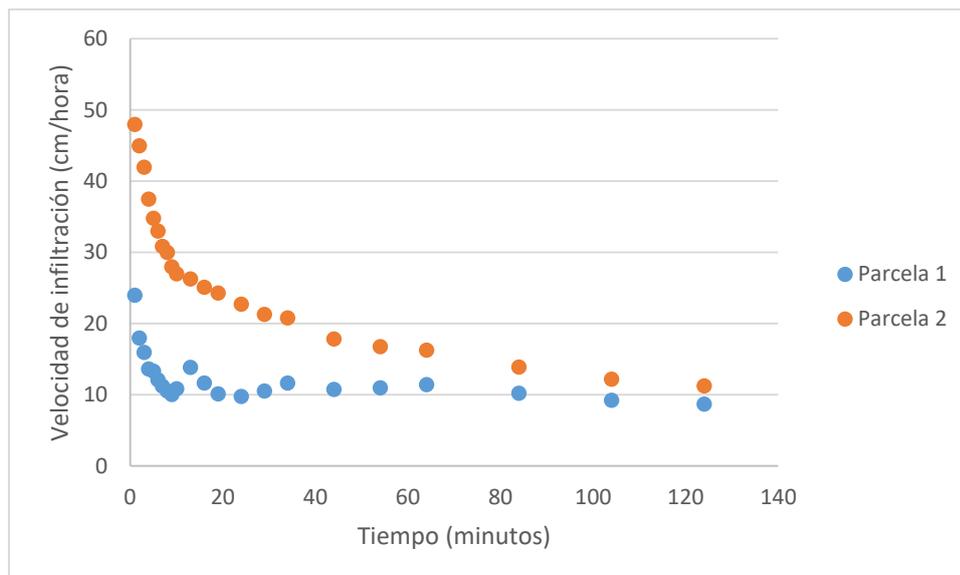


Gráfico N° 6. Velocidad de infiltración Acumulada (cm/hora)
Elaboración propia

Las curvas de infiltración acumuladas, mostradas en el gráfico N° 6, registradas en las parcelas 1 y 2, asociadas a los tipos de pastos: Bofedal y Complejo Arbustal Matorral, muestran una tendencia similar en la disminución de la lámina infiltrada respecto del tiempo del ensayo transcurrido, la cual continúa hasta alcanzar un valor constante.

La citada disminución se debe a que al inicio, los poros del suelo permiten el paso de agua con mayor facilidad. Sin embargo, a medida que el tiempo transcurre y el agua ingresa a los poros, los satura y disminuye la capacidad del suelo de absorber agua disminuye hasta alcanzar un valor constante (Gonzales, 2015, p. 75). Este valor es también conocido como infiltración básica y se alcanza cuando la disminución es del 10 % en una hora (Valverde, 2007, p. 29).

El ensayo realizado en el tipo de pasto Complejo Arbustal - Matorral presenta una mayor velocidad de infiltración acumulada respecto del tipo de pasto Bofedal, sin embargo al comparar los contenidos de humedad promedio se observa que este último presenta un menor contenido de humedad, y que la clase textural de las muestras obtenidas en ambas parcela es franco arenoso. El resultado descrito puede ser atribuible a la pedregocidad y a un mayor desarrollo radicular de los individuos de las especies de pastos.

Respecto del desarrollo radicular, en las imágenes que se presentan a continuación se observa que en la parcela asociada al tipo de pasto Bofedal es inferior al observado en la parcelada asociada al tipo de pastos Complejo Arbustal – Matorral.

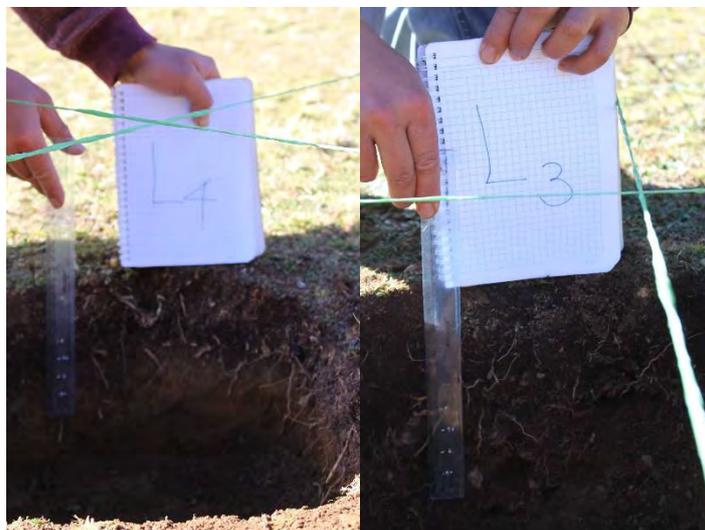


Imagen N° 17. Registros realizados en las subparcelas 1 y 4 pertenecientes a la parcela 1, asociada al tipo de pasto Bofedal

Fuente: Registro propio



Imagen N° 18. Registros realizados en las subparcelas 2 y 3 pertenecientes a la parcela 2, asociada al tipo de pasto Complejo Arbustal - Matorral.

Fuente: Registro propio

4.2.1 Caracterización de suelo

Los valores de pH registrados en las calicatas de las parcelas 1 y 2, evidencian que el suelo subyacente a ambos tipos de pastos: Bofedal y Complejo Arbustal – Matorral,

presenta una calificación de acidez muy alta. Estos valores son atribuibles a la concentración de ácidos húmicos en el suelo, debido a la descomposición de la materia orgánica en ellos. Esto además, se respalda en la concentración de materia orgánica de los suelos, la cual en ambos casos presenta una calificación de muy alto.

Cuadro N° 10. Registro de las características de pH de suelos evaluados

Muestra	pH (1:1)	Rango	Calificación
Parcela 1 - Calicata 1	4.63	4.5 - 6.5	Muy fuertemente ácido
Parcela 1 - Calicata 4	4.54	4.5 - 6.5	Muy fuertemente ácido
Parcela 2 - Calicata 2	4.5	4.5 - 6.5	Muy fuertemente ácido
Parcela 2 - Calicata 3	4.38	4.5 - 6.5	Muy fuertemente ácido

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes, perteneciente al departamento de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

Cuadro N° 11. Registro de las características de materia orgánica de los suelos evaluados.

Muestra	M.O. (%)	Rango	Calificación
Parcela 1 - Calicata 1	5.13	> 5.0	Muy alto
Parcela 1 - Calicata 4	5.7	> 5.0	Muy alto
Parcela 2 - Calicata 2	5.93	> 5.0	Muy alto
Parcela 2 - Calicata 3	6.59	> 5.0	Muy alto

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes, perteneciente al departamento de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

4.2.2 Densidad aparente y contenido de humedad

Los resultados del registro de la densidad aparente en las parcelas 1 y 2, mostradas en el cuadro N°12, asociadas respectivamente a los tipos de pastos: Bofedal y Complejo Arbustal – Matorral, evidencian que la densidad aparente es similar en ambos tipos de pastos, con valores promedio de 1,13 g/cc y 1,17 g/cc respectivamente.

Al evaluar la relación de los resultados de densidad aparente respecto de ciertos factores de los cuales depende, se observó que los registros de contenido de humedad promedio en tres de las cuatro sub parcelas evaluadas, fueron similares.

La clase textural asociada a todas las muestras de suelo evaluadas, describe que ambos tipos de pastos se desarrollan en suelos franco arenosos y, que ambos tipos de pastos presentan valores muy altos de materia orgánica. Por tanto, la densidad aparente no sería un factor al que puedan asociarse las diferentes tasas de infiltración halladas.

Cuadro N° 12. Densidad aparente de los suelos evaluados

Muestra	DA (g/cc)*	DA					Humedad promedio (%)
		Promedio (g/cc)	PH (g)	PS (g)	Vol (cc)	Humedad (%)	
Parcela 1 - Calicata 1	1.27	1.13	291	256.84	202.24	13.3	17.96
Parcela 1 - Calicata 4	0.98		243	198.19	202.24	22.61	
Parcela 2 - Calicata 2	1.31	1.17	343	264.93	202.24	29.47	25.95
Parcela 2 - Calicata 3	1.03		255	208.31	202.24	22.42	

* Medida a 20 cm de profundidad

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes, perteneciente al departamento de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

De otra parte, respecto de las características del suelo, mostradas en el cuadro N° 13, la concentración de fósforo presenta una variación considerable entre los tipos de pastos, siendo el tipo Complejo Arbustal – Matorral el cual presenta una concentración de más del doble, respecto del tipo Bofedal. Este puede ser el factor al cual se asocia el mayor desarrollo radicular observado en la parcela asociada al tipo de pasto Complejo Arbustal Matorral, pese a la acidez del suelo (valor de pH similar registrado en todas las parcelas) que en ambos casos mostró registros similares.

Cuadro N° 13. Concentración de fósforo en las parcelas evaluadas

Muestra	pH (1:1)	P (ppm)
Parcela 1 - Calicata 1	4.63	4.2
Parcela 1 - Calicata 4	4.54	3.5
Parcela 2 - Calicata 2	4.5	10.8
Parcela 2 - Calicata 3	4.38	10.1

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes, perteneciente al departamento de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

4.3 Factores del sistema socio – ecológico que influyen en la capacidad de infiltración

4.3.1 Taller Participativo

4.3.1.1 Sesión 1

Los resultados se describen en función de los objetivos planteados para la sesión

a. Percepción de los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca acerca de su vulnerabilidad frente al efecto de disminución de los recursos hídricos a consecuencia de la desglaciación.

Respecto de los efectos del Cambio Climático en la disponibilidad de agua para consumo humano y desarrollo de actividades, el comité describe que el agua de la quebrada Callash (la cual alimenta el caudal de la quebrada Quilcayhuanca) no es consumida por los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca, pues ellos consumen agua de otras quebradas. La fuente de abastecimiento del recurso hídrico para la mayoría de sus actividades, está sujeta al lugar donde los usuarios tienen emplazadas sus viviendas, las cuáles distan en su mayoría de los pastizales de la quebrada.

Los usuarios de los sectores Unchus y Yupa (ambos nombres de los centros poblados donde vive la mayoría de usuarios que pertenecen a estos sectores de la quebrada), emplean agua de la quebrada Cojup y los usuarios de los sectores Rivas, Marian y Curhuas, consumen agua de la quebrada Llaca, de igual manera los usuarios de los otros sectores consumen el recurso de fuentes próximas a sus viviendas.

Los usuarios señalan que en un pasado, se proyectó emplear el agua de la quebrada Quilcayhuanca para la provisión de agua potable a la ciudad de Huaraz, sin embargo el proyecto fue abandonado por problemas en el transporte de este recurso, asociados a su calidad. En la actualidad INAIGEN está desarrollando un estudio para potabilizar el agua, uno de los participantes a la letra comentó “los caudales van a secar pero en futuro se va a usar el agua con la bioremediación”.

Acerca de los recursos empleados por los animales que los usuarios tienen en la quebrada, estos mencionaron que los animales que están próximos a la quebrada consumen agua de esta, no obstante los que se encuentran en zonas próximas a puquiales la evitan. Señalaron además que los animales que consumen el agua de la quebrada, enferman regularmente por la cantidad de óxido y como consecuencia su peso disminuye. Los usuarios precisan que si tratan el agua, también les preocupa

donde se dispondrán los óxidos retirados del agua y como esto podría afectar a los animales. Esto, asumiendo que la disposición final de dicho residuos, se lleve a cabo al interior del área a la cual tiene acceso para alimentarse.

Los usuarios describen que la situación actual de los pastos en la quebrada es malo, sin embargo señalan que esta no es consecuencia de la compactación generada por los animales. Para explicar esto, hacen referencia al uso de los oconales, ubicados fuera del del Parque Nacional Huascarán, a los cuales tienen acceso para la alimentación del ganado, según lo que describen, los animales permanecen en estos espacios por un periodo prolongado de tiempo y generan compactación, sin embargo posteriormente y con ayuda de agua de riego, el pasto vuelve a brotar en dichos espacios.

Los usuarios asocian el estado de los pastos a la disminución y desplazamiento de la precipitación, indicando lo siguiente “cuando éramos jóvenes lluvia ya empezaba desde setiembre hasta agosto, ahora lluvia va llegar recién en noviembre, en diciembre, ya no llueve suficiente y pasto no desarrolla”. Además, precisan que toda la junta Directiva ha realizado caminatas hasta los límites de la quebrada, evidenciando que incluso en los sectores donde no hay animales, el pasto no se desarrolla.

b. Forma en la cual los usuarios emplean los recursos del área de la quebrada Quilcayhuanca a la cual tiene acceso el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca.

Durante el desarrollo de la sesión 1 del taller, los usuarios desarrollaron un mapa parlante, el cual se observa en la imagen N° 19.

Durante la elaboración del mapa, los miembros de la junta directiva, que a su vez son usuarios, hicieron mención de zonas particulares a lo largo de la quebrada como el *Sector Olivo*, sin embargo mencionaron que dichas zonas particulares no se relacionan a límites establecidos para que el ganado de los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca se alimente. Es decir, lo descrito permite inferir que los animales son llevados hasta ciertos sectores dentro de la quebrada para que puedan alimentarse, no obstante al poder movilizarse libremente en su interior pueden pastear a lo largo de toda el área de la quebrada que puede ser empleada por el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca.

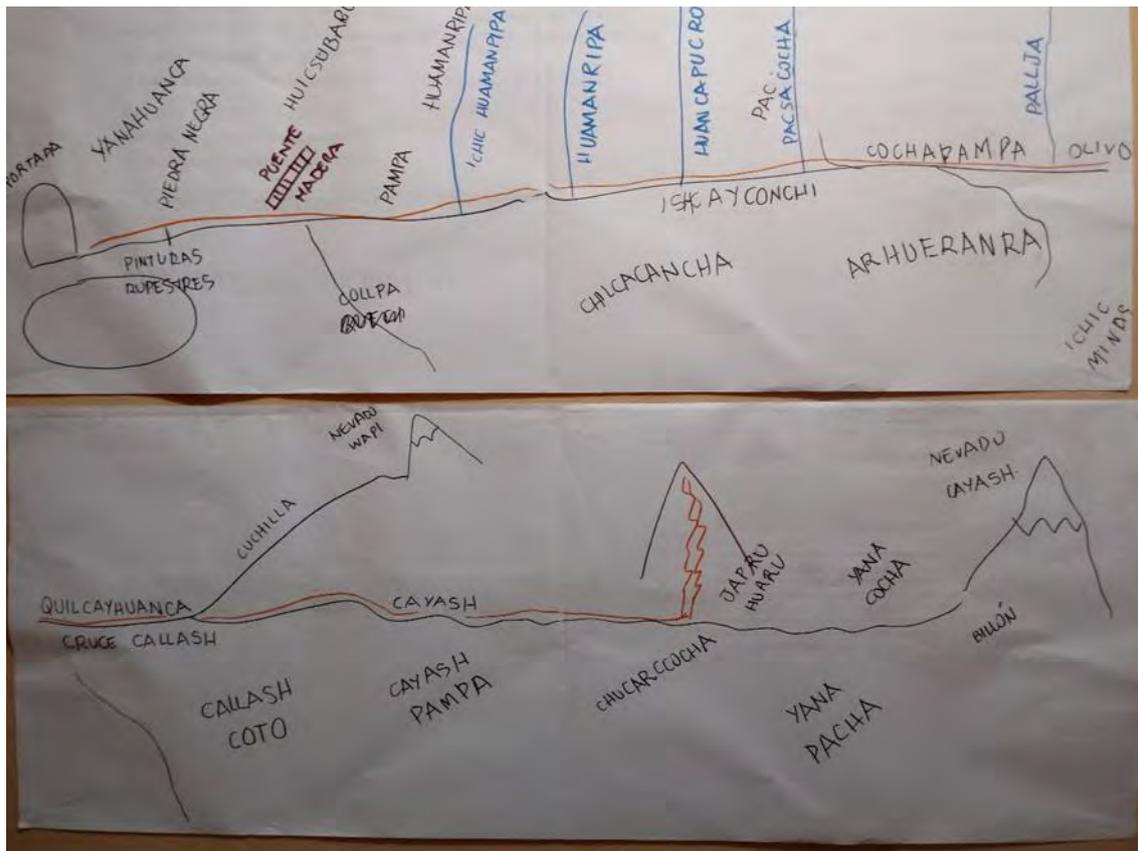


Imagen N° 19. Mapa parlante acerca de la distribución de los sectores en la que quebrada Quilcayhuanca, realizado durante la sesión 1 del taller.

Fuente: Registro propio

Acerca de los vínculos de los Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca y la Comunidad Campesina Cahuide, Los miembros de la junta directiva, indicaron que entre los usuarios existen miembros de la Comunidad Campesina de Cahuide, sin embargo que el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca no tiene nexo con las organizaciones que rigen los terrenos comunales. Por tanto, los derechos y reconocimiento de los usuarios que son miembros del sector *Comunidad* son los mismos que tiene un usuario de otro de los siete sectores.

Los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca precisaron que dentro del área de la quebrada que pueden emplear, solo se puede desarrollar la actividad ganadera extensiva. Por lo que, de generarse algún tipo de controversia para el desarrollo de dicha actividad, ellos deben ser consultados por la Jefatura del PNH.

Respecto de la organización, un participante resaltó que la junta directiva es elegida por votación y su periodo de vigencia es de dos años. La junta organiza las jornadas de

limpieza y mantenimiento de caminos, además de la limpieza de las casas y corrales comunales. Asimismo, si existe alguna propuesta o se requiere tomar una decisión, primero se delibera a nivel de junta directiva y si a este nivel hay mayoría para la ejecución de una medida, se traslada la comunicación a los usuarios en una asamblea general. Si a nivel de asamblea no hay un acuerdo respecto a alguna decisión a tomar, esta se traslada para ser definida por votación a la asamblea general.

Si se requiere sostener reuniones, dentro de la junta directiva existen dos miembros que cumplen la función de vocales y se encargan de convocar a todos los miembros a solicitud del presidente del comité.

c. Las medidas que plantean los usuarios para hacer frente a su vulnerabilidad y la problemática asociada a su implementación.

Los usuarios describen que las opciones que se les brinda para mejorar la condición de la quebrada hacen referencia a eliminar a los animales o disminuir su cantidad. Sin embargo, ellos no consideran que la actividad ganadera que desarrollan represente el mayor problema. Señalan que la degradación de los pastizales está asociada a otros factores, como por ejemplo, la contaminación del agua. Por tanto, esperan que las soluciones que se plantean en la presente investigación no repitan las propuestas anteriores. Perciben que frente a problemas como la desglaciación, el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca no puede aportar soluciones, señalando a la letra “eso no es humanamente para dar solución... no depende de nosotros..., la naturaleza tiene su fin, hasta la fecha no tiene solución”.

4.3.1.2 Sesión 2

La sesión inició con una caminata hacia la zona de estudio, y el grupo se detuvo en la zona delimitada para acampar en la quebrada. Esto, ya que el área presentaba pastos de mayor tamaño a los observados en el área de estudio.

Se consultó a los participantes de la sesión acerca de los motivos que permitían el estado actual del área observada con énfasis en el mayor y aparentemente mejor desarrollo de pastizales, frente a lo cual los participantes precisaron que dicho mayor desarrollo era atribuible a los siguientes factores: mayor humedad por la presencia de mayor cantidad de agua y, por la presencia de formaciones rocosas que permiten que esta se acumule, mejor calidad de suelo al ser menos pedregoso, la orientación de la parcela respecto del sol asociada a una mayor exposición hacia este y, las rocas de

gran tamaño en la zona generan cierto aislamiento que a su vez se asocia con mejores condiciones para el desarrollo de los pastos.

Para entender como los participantes perciben su vulnerabilidad, se consultó a los usuarios acerca de que sucedería si los pastos ya no crecerían en la quebrada. Al respecto, los usuarios señalaron que los animales disminuirían aún más en peso y eso genera mayores gastos en medicina. Señalaron que en las zonas bajas existen áreas de pastos que se pueden arrendar para que el ganado se alimente, sin embargo el costo de alquilar estas áreas es elevado. Describen que ellos abastecen al mercado local y a sus familiares con los productos que pueden obtener de estos, por lo que la ausencia o disminución de animales podría generar desabastecimiento.

Posteriormente se realizó la exposición acerca de la problemática evaluada en la zona de estudio entorno a la capacidad de infiltración y, acerca de diferentes alternativas planteadas para dar solución a esta, tales como forestación, introducción de especies de animales asociados a menores niveles de compactación, soluciones agroforestales, entre otras.

Respecto de la introducción de nuevas especies de animales a la quebrada, como las “alpacas” *Vicugna pacos*, los usuarios describen que el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca no es una organización suficientemente fuerte (estructural y económicamente) para introducir alpacas. A la letra un usuario indicó “nosotros somos un grupo de usuarios, Catac es una comunidad, entonces ahí hay una diferencia, como usuarios para criar Alpaca o Llama ya no vamos a tener leche, ya no vamos a tener eso... si fuéramos un grupo como una comunidad, criaríamos con un fondo, aquí cada uno mira sus intereses, las Alpacas del mismo color, puede haber peleas para saber de cual es cual”.

Durante el recorrido, se observó con los usuarios participantes de la actividad que existen muy pocos animales en la quebrada, esto debido a la ausencia de pastizales de los cuales se puedan alimentar.



Imagen N° 20. Animales alimentándose de pastos, durante la visita realizada.

Fuente: Registro propio

Se observó que la extensión de la zona de estudio, se delimita de los sectores colindantes por la presencia de “raquish” *Weneria nubigea*. Esta es una especie dañina para los animales, por lo tanto no es empleada para su alimentación y, se desarrolla usualmente en suelos altamente degradados (LEUP-UNAML, 2014). Al respecto los usuarios describen que donde se observa dicha planta, no se desarrollan otras especies.



Imagen N° 21. “raquish” *Weneria nubigea* desarrollándose en zonas colindantes a la zona de estudio, delimitando el área de pastos de los cuales se pueden alimentar los animales

Fuente: Registro propio

Asimismo, los usuarios hicieron énfasis en la calidad del agua de la quebrada Quilcayhuanca, la cual de acuerdo a lo señalado por el INAIGEM en talleres informativos realizados a los usuarios, es de mala calidad y no apta para el consumo. Asimismo, se observaron durante el recorrido cuerpos de agua que son producto de filtraciones, por los cuales discurre recurso hídrico de mejor calidad, de acuerdo a lo señalado por los usuarios.



Imagen N° 22. Curso de agua permanente, ubicado al frente de la zona de estudio, identificado de manera conjunta como una zona en la que se podrían mejorar pastos.

Fuente: Registro propio



Imagen N° 23. Quebrada Quilcayhuanca, evidenciando en su color naranja los elevados niveles de metales pesados que presenta (INAIGEM, 2018b)

Fuente: Registro propio



Imagen N° 24. Fuente de agua generada producto de filtración y que desemboca en la quebrada Quilcayhuanca

Fuente: Registro propio

Respecto de intervenciones para mejorar la calidad de los pastos, los usuarios describen que lo usual en los campos de cultivos compactados es emplear la yunta y poder instalar

un nuevo cultivar. Sin embargo, indican que esta medida no se puede llevar a cabo dentro del PNH porque la Jefatura no lo permitiría.

Acerca de las intervenciones que se pueden llevar a cabo al interior del PNH, los usuarios resaltan que pese a realizar el mantenimiento de los caminos que emplean los turistas, la Jefatura del PNH no contribuye en las faenas. Sin embargo, cuando existe alguna intervención de los usuarios, la Jefatura busca sancionarlos, limitando y restringiendo aún más el alcance de sus actividades.

Los usuarios describen que SERNANP no permite intervenir de ninguna manera los recursos de la quebrada, pese a que los usuarios realizan el mantenimiento de la red de caminos que en la actualidad es la única que puede ser empleada para recorrer la quebrada.

Los participantes describen que ya no tienen confianza en las instituciones que hacen estudios, porque no concluyen sus proyectos y solo generan expectativas. Ellos quisieran mejorar los pastos y obtener apoyo para poder realizar sus actividades, pues observan que el deterioro de la calidad de los pastos es progresivo y disminuye las retribuciones que pueden obtener por la crianza de los animales.

4.3.2 Entrevistas

4.3.2.1 Entrevistas dirigidas a los usuarios de Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca

Se realizaron un total de treinta entrevistas a diferentes usuarios, de las cuales se han registrado los resultados en función de las sub preguntas de investigación abordadas:

a. Relación entre los factores que afectan la capacidad de infiltración y el sistema productivo

La actividad ganadera es desarrollada por los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca, los cuales se encuentran debidamente registrados y dicho registro puede ser transferido mediante como herencia, a través de su venta y/o otra forma similar de transacción. Durante las entrevistas, se observó que muchas de las personas que se acercaban a la portada e ingresaban a la quebrada Quilcayhuanca no eran los usuarios registrados, sino familiares encargados de supervisar los animales del usuario, a cuenta de una retribución.

El Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca tiene una junta directiva que consta de un presidente y dieciséis miembros, de estos últimos, dos miembros representan a cada uno de los 8 sectores a los cuáles pertenecen los usuarios. Asimismo, entre estos se encuentra un secretario y un fiscal. El presidente y el secretario tienen las funciones de manejar el padrón de usuarios, en el cual se registra el número de animales en la quebrada que tiene cada usuario.

Para el ingreso y salida de cada animal, se generan vales en la portada, los cuales pueden ser expedidos por el presidente o el secretario. El vale describe las características del animal, que permiten su reconocimiento. Ambas actividades solo pueden ser realizadas durante el día sábado en el horario de 5: 00 am a 2:00 pm.

Durante los otros días, los usuarios pueden acceder a la quebrada sin ganado, esto debido a la existencia de un portón que permanece asegurado y cuya llave sólo posee el presidente y de manera eventual el secretario. Esto último, a su vez, porque la particular y accidentada topografía de la quebrada impide que los usuarios puedan acceder con animales o salir con ellos empleando las laderas de la Quebrada.

En la portada, siempre se hallan tres usuarios que se encuentran realizando la actividad de vigilancia y cuya rotación es por turnaje. A cada usuario registrado le corresponde realizar las labores de vigilancia por días completos y equivalentes a la cantidad de animales registrados. El cronograma para desarrollar dichas actividades de vigilancia es establecido por la junta directiva y su incumplimiento es materia de sanción. Sin embargo, puede ser encargado a un tercero que cumpla con la vigilancia en lugar del usuario registrado.

La labor de los vigilantes es recorrer la quebrada a fin de cuidar a los animales (se han registrado casos de abigeo –robo- de animales, pese a lo complejo del acceso al área), ayudarlos en caso los observe heridos o enfangados y/o dar aviso de animales muertos para su notificación a los usuarios.

Los usuarios no presentan un número máximo de vacas y ovejas que pueden ser pastados en la quebrada. Sin embargo, si existe un límite para el número de caballos o asnos que pueden alimentarse, siendo este de tres como máximo. Sin embargo, ya que los usuarios acuden con poca frecuencia a visitar a sus animales (oscilando está en visitas bimensuales hasta anuales), es posible que los pastizales soporten mayor cantidad de animales, a consecuencia de los nacimientos.

En caso alguno de los animales no sea ubicado por el usuario, este es declarado como perdido o muerto en el padrón y se elimina de la lista, sin necesidad de constatar el cadáver, debido a la dificultad de ingreso a toda la quebrada. Por tanto, esto último también contribuye a falta de certeza respecto de la cantidad de animales que en la actualidad soporta los pastos del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca. Cada 5 años, el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca realiza un rodeo, en el cual se retira a la totalidad de animales de la quebrada y, se procede al conteo de los mismos.

b. Relación de los factores que afectan la capacidad de infiltración y el sistema de gobierno

La junta directiva del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca es convocada por la Jefatura del PNH a reuniones con carácter informativo. Sin embargo, cuando la gestión de los pastos presenta algún tipo de actividad respecto de la cual se tiene dudas, el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca convoca a la Jefatura para que asista a las asambleas comunales para hacer la consulta respectiva y evitar controversias. Los usuarios no reconocen que otras instituciones, tales como INAIGEM, ONGs y/o otros, los hayan convocados a reuniones informativas o con carácter consultivo.

c. El nivel de dependencia económica de los usuarios respecto del uso de los pastizales

La totalidad de los usuarios entrevistados, desarrollan otras actividades para sustentar la canasta familiar. Entre las actividades desarrolladas, la agricultura y la producción de aromáticas y medicinales en huertos familiares, estas son actividades que desarrollan todos los entrevistados. Asimismo, algunos se desempeñan como trabajadores dependientes, en diferentes actividades productivas.

La actividad ganadera no es considerada como la actividad que soporte la economía familiar. Sin embargo, representa un fondo de ahorros para los usuarios, los cuales describen que la venta de los animales es empleada muchas veces para cubrir necesidades no regulares como: cubrir gastos generados por una emergencia, cubrir gastos de salud, comprar de útiles escolares.

Sin embargo, los usuarios indican que el precio de venta de los animales, en ocasiones no justifica el esfuerzo necesario para trasladarlos a los centros de expendio (vivienda del carnicero o comprador), en la mayoría de ocasiones no superan los montos destinados a la alimentación y mantenimiento de los animales.

Debido al estado de los pastos, cada vez es más necesario trasladar a los animales fuera de la quebrada durante las épocas de estiaje para su alimentación, pues en caso de no hacerlo muchas veces los animales mueren por inanición o son más propensos a contraer enfermedades.

En ese sentido, en caso el usuario no cuente con forraje, en los lugares de traslado el alquiler de los pastos oscila entre los 50,00 y 100,00 soles por mes, precio que multiplicado por la edad promedio de venta de animales (cuatro a cinco años aproximadamente), es superior a los precios de venta.

Los precios de venta aproximados, oscilan entre los 200,00 y 500,00 soles por vaca en pie y los 700,00 y 900,00 soles en el caso de los toros, ambos a una edad de cuatro años cuando mínimo. Al respecto, un usuario señala que para mantener un flujo constante de ganancia, mantiene un estimado de veinte animales en la quebrada, los cuales va vendiendo de manera progresiva, señala además que la actividad era más rentable cuando se permitía la crianza de una mayor cantidad de caballos.

4.3.2.2 Entrevista dirigida a autoridades locales e instituciones de investigación

Los Servicios Ecosistémicos conectan los aspectos biofísicos con los aspectos sociales, pues el subsistema biofísico altera y controla la cantidad y calidad de servicios ecosistémicos y por eso puede afectar a usuarios del SSE.

En esa medida, el registro entre las interacciones de los usuarios de Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca y las autoridades que regulan el acceso a los recursos y su gestión, se describe en función de los siguientes aspectos evaluados: intervención en el uso de los recursos, interacción con los usuarios, calificación del desempeño ambiental de la quebrada y participación de las investigaciones realizadas. Respecto de dicha evaluación se obtuvieron los siguientes resultados:

El representante de la jefatura del PNH, describe que este interviene en la regulación de los pastos a través de diferentes mecanismos, siendo su visión disminuir la cantidad de usuarios y de esta manera disminuir la carga sobre los pastizales que en la actualidad ya se encuentran degradados.

Entre los mecanismos empleados está limitar el incremento del número de usuarios registrados oficialmente en el comité. Otro, es el control de la cantidad de animales, para lo cual se desarrollan monitoreos anuales. Sin embargo, el representante de la Jefatura del PNH describe que la aplicación de las medidas de control ha generado controversias con los usuarios y problemas sociales que no permiten el desarrollo de censos anuales para el conteo de animales. Los censos, al momento se llevan a cabo con una frecuencia quinquenal aproximada lo que limita el monitoreo y la aplicación de medidas correctivas o preventivas si fuere necesario.

Según lo indicado, la falta de control sobre el uso de los bofedales ha conllevado a su degradación, y al deterioro consecuente de los Servicios Ecosistémicos que brindan. En un pasado, la ciudad de Huaraz empleaba el agua de la quebrada Quilcayhuanca para el abastecimiento de agua potable, sin embargo el deterioro de su calidad modificó la oferta que ofrecía y en la actualidad ya no se emplea para este uso.

Investigaciones anteriores, realizadas para generar información necesaria para la gestión de los pastizales, fracasaron de acuerdo al representante del PNH, siendo dicho fracaso atribuible a las características de los nuevos usuarios. Señalando a estos como, “ganaderos diferentes a los criaderos al no convivir con sus animales”, los cuales mantienen animales en la quebrada por mantener la actividad desarrollada por sus antepasados, más no proyectando el desarrollo de dicha actividad como rentable.

El representante de la Jefatura del PNH, precisa que durante el desarrollo de la citada investigación, se buscó compilar información específica acerca de los usuarios, en particular relativa a aspectos económicos. Esto generó desconfianza en los usuarios para con los investigadores y, a su vez, generó especulaciones en los usuarios acerca de las medidas a plantear para la recuperación de los pastos. Los usuarios creían que la propuesta final conllevaría a una reducción drástica de los animales. Por tanto durante una asamblea comunal, estos acordaron no continuar con el respaldo al desarrollo de la investigación y algunos usuarios sabotearon las instalaciones instaladas para su realización, lo que posteriormente llevó a su conclusión.

Sin embargo, señala el representante de la Jefatura del PNH, ciertas condicionantes han demandado que los usuarios acaten medidas destinadas a la disminución de la carga animal en la quebrada. Entre 2013 y 2014, se registró un evento la muerte masiva de animales por la incidencia de una enfermedad. A consecuencia de este suceso, se establecieron cantidades máximas de caballos que los usuarios podían tener en la quebrada.

Respecto de las reuniones con los usuarios de los diferentes comités que existen dentro del PNH, el representante de la Jefatura del PNH señala que el SERNANP cuenta con un cronograma de reuniones y talleres a realizar con los usuarios de todas las quebradas dentro del PNH, como parte del plan de manejo ambiental.

Respecto de la actividad turística, el representante del PNH indica que para su desarrollo debiera existir un plan de sitio que establezca rutas y destine un presupuesto para su mantenimiento. Sin embargo, el plan mencionado no se encuentra actualizado. En esa medida los turistas que ingresan a la quebrada emplean los caminos que observan, los cuales fueron implementados y son mantenidos por los miembros del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca.

Los mecanismos con los que cuenta la Jefatura del PNH para fiscalizar las acciones de los usuarios, son los Procedimientos Administrativos Sancionadores (PAS) y, son aplicable tanto a los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca como a cualquier otro usuario del área (turistas, investigadores, etc). Actualmente no hay PAS activos y en algunos casos, se observa que los guardaparques no informan de faltas de los usuarios para evitar problemas con ellos.

En un pasado y a la fecha, no existen monitoreos de base de las condiciones ambientales de los aspectos biofísicos en la quebrada. Sin embargo, en la actualidad se están generando protocolos para el monitoreo de flora y fauna. No se trabaja en la actualidad en protocolos para el monitoreo de las funciones hidrológicas. Asimismo, dado que el PNH no cuenta con los recursos ni el personal, el monitoreo de algunos componentes tales como calidad aire, agua y ruido, se maneja a través de los proyectos que son desarrollados por terceros.

Resalta además que pese a que existen diferentes entidades en el ámbito del PNH que generan información que podría emplearse para su gestión integral, esta no está

disponible para la Jefatura. Esto, pese a que muchas de las instituciones que generan información acerca de los diferentes componentes ambientales del PNH, tales como el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM), la Unidad de Glaciología de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), la Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo (UNSAM), entre otras, son parte del Comité de Gestión del PNH. Lo que implica además, que las referencias empleadas por cada institución, no necesariamente permiten la comparación de la información generada o el monitoreo de componentes en el tiempo.

El representante del INAIGEM, describe que como institución ellos no intervienen en el uso de los pastos y el agua, ya que su objetivo de creación es generar información para la gestión. En Quilcayhuanca, sus actividades se han centrado en instalar una planta de tratamiento para la biorremediación del agua, el manejo de plantaciones, monitoreo de calidad de agua y la actualización del mapa de cobertura vegetal.

De otra parte y para contribuir al manejo de los pastos, desarrollan investigaciones en carga animal y realizan algunas intervenciones para observar cómo se puede mejorar la soportabilidad. Dichas intervenciones son desarrolladas en la subcuenca Llaca que también se encuentra al interior del PNH. Inicialmente este trabajo se iba a desarrollar en Quilcayhuanca, sin embargo el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca no aceptó el ingreso de los investigadores al área, señalando que tenían experiencias negativas anteriores con investigaciones de las cuales no se les había reportado resultados.

El representante del INAIGEM señala que la coordinación previa realizada con la Jefatura del PNH, para el desarrollo de sus actividades de investigación se limita a las gestiones para el otorgamiento de permisos de investigación. Asimismo, precisa que su participación en el comité del PNH es como órgano consultivo, sin implicancias directas en la toma de decisiones.

Respecto de la información generada por INAIGEM, el representante señala que esta debería ser difundida conforme al plan para la difusión y disponibilidad de la información de la misma institución. Asimismo, como institución que forma parte del comité de gestión del PNH y de acuerdo a la matriz de compromisos, en INAIGEM debe informar acerca de sus avances.

Como parte del manejo de las investigaciones, el representante de INAIGEM describe que antes de dar inicio a una investigación se lleva a cabo un proceso de identificación de problemas con los usuarios, para dar paso a una etapa de negociación a fin de concertar cuales son las áreas que pueden ser empleadas para el desarrollo del estudio. Esto, porque según comenta el funcionario entrevistado, si bien la Jefatura del PNH emite la autorización para el desarrollo de la investigación, traslada la responsabilidad de la adquisición de la licencia social al investigador. Por tanto e incluso durante la instalación de la investigación, se busca la participación de los involucrados, explicando cómo y para que se implementaran equipos, cuáles serán las acciones a seguir y buscando recoger las percepciones de ellos acerca de aspectos relacionados a las investigaciones realizadas.

Asimismo, el representante del INAIGEM describe que el caso particular de la investigación que busca realizar el seguimiento del estado de los bofedales, ha adoptado la metodología de trabajos antes realizados, como los desarrollados por el LEUP – UNAML en 2014. Además, señala que se vienen desarrollando líneas base actualizadas del estado de estos ecosistemas y, con apoyo del MINAM y el Instituto de Montaña, se viene elaborando el documento “Guía metodológica para medir el estado de conservación de los bofedales”.

Dentro de la quebrada de Quilcayuanca, en la actualidad el INAIGEM monitorea calidad y cantidad de agua en diecisiete puntos, ya que la calidad del agua muestra registros de contaminantes elevados respecto de los Estándares de Calidad del Agua vigentes (INAIGEM, 2018b).

Respecto de una posible duplicidad de funciones entre el INAIGEM, la Unidad de Glaciología de la ANA, y la Jefatura del PNH, el representante de INAIGEM describe que la ley que crea al INAIGEM es clara respecto de su objetivos y finalidad, indicando a la letra que estos son “...fomentar y expandir la investigación científica y tecnológica en el ámbito de los glaciares y los ecosistemas de montaña, promoviendo su gestión sostenible en beneficio de las poblaciones que viven en o se benefician de dichos ecosistemas¹”.

¹ Artículo 2. Finalidad de la Ley N° 30286. Ley que crea el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña.

Por lo indicado, según señala el representante, las actividades del INAIGEM en cuencas glaciares están justificadas. Sin embargo, reconoce que al haber tres actores que trabajan en torno a la gestión de un mismo espacio, existen controversias, en especial con la Unidad de Glaciología de la ANA. No señala haber tenido controversias con SERNANP, indicando que la gestión del SERNAP está orientada a la conservación de los recursos y no al monitoreo de estos.

Respecto de los conflictos con la Unidad de Glaciología de la ANA, señala que pese a que esta institución es más antigua y realizaba monitoreos desde antes de la creación del INAIGEM, esta función recién aparece en su Reglamento de Organización y Funciones a partir del año 2018, en tanto que la ley de creación del INAIGEM describe a esta última como la autoridad en dicha materia.

Según lo señalado por el representante del INAIGEM, las investigaciones que desarrollan no consideran los efectos del Cambio Climático y los peligros asociados a este, ya que al crearse tenían un Plan de Investigación que a la fecha se está actualizando. Dicha actualización considera aspectos como los efectos del Cambio Climático, en base a la experiencia que se ha generado durante estos años.

El representante del INAIGEM señala que la Jefatura del PNH no ha presentado al INAIGEM un listado de temas priorizados a investigar, sin embargo si busca el cumplimiento de los compromisos suscritos en la matriz que forma parte del Plan Maestro del PNH.

Respecto de la socialización de la información, el INAIGEM describe que se busca la validación de la información de los actores de la subcuenca, en función de sus percepciones sobre temas relacionados y los resultados de la investigación.

El representante de la Unidad de Glaciología de la ANA precisa que la ANA cuenta con diferentes unidades entre las cuales, la Autoridad Local del Agua Huaraz, es la que interviene directamente en la gestión del recurso hídrico, en tanto la Unidad de Glaciología está especializada en el seguimiento de los cuerpos glaciares y su sensibilidad frente a la variación de temperaturas por efecto del Cambio Climático que se puedan dar en la zona.

Es un estudio localizado que se realiza en ciertos glaciares y, en la cuenca Quilcayhuanca se monitorea al glaciar Shallap. Para el desarrollo de sus monitoreos, la

Unidad de Glaciología de la ANA considera además los escenarios climáticos planteados por el IPCC. Asimismo, cuentan con datos históricos desde 1946 y en esa medida evalúan el retroceso glaciar.

El representante de la Unidad de Glaciología de la ANA indica que sus investigaciones buscan identificar la *línea de equilibrio* de los glaciares, debajo de la cual estos se derriten y, que en la actualidad se encuentra en los 5050 y 5100 msnm definiendo que glaciares desaparecerán. Describe que el Fenómeno de la Niña, favorece al glaciar pues los valores de la línea oscilan entre 4800 y 4850, con un incremento del área de acumulación, observando que esta situación se invierte durante la época del Fenómeno del Niño.

Respecto del monitoreo que realiza el INAIGEM, durante la entrevista realizada, el representante de la Unidad de Glaciología describe que el seguimiento que su institución desarrolla, es para observar del comportamiento de los glaciares como reservas hídricas. Esto es necesario para contribuir con el balance hídrico y hacer más verídica la toma de decisiones entorno al uso del agua. Su investigación no se orienta a recuperar la masa glaciar, es un seguimiento para hacer proyecciones acerca de la disponibilidad del agua en la cuenca a futuro.

Para la Unidad de Glaciología, el SERNANP es una institución dedicada a la conservación y por tanto su compromiso es entregar información acerca de cómo ha disminuido la disponibilidad de recurso hídrico y la información que genera está a disposición de investigadores. Respecto de la calidad del agua de Quilcayhuanca, se tiene conocimiento del deterioro de la calidad del agua superficial por los drenajes, y de trabajos para intentar retener los contaminantes, no obstante son temas que requieren de investigación.

La Unidad de Glaciología busca impulsar a los gobiernos regionales y locales para generar acciones de adaptación que busquen regular la cantidad de recurso hídrico disponible a través de incentivos normativos. La ANA como institución cuenta con un Plan Nacional de Recursos Hídricos y un Plan Nacional de Gestión de Cuencas, que debería fomentar la formación del Comité de Gestión de la Cuenca del Río Santa. Sin embargo por cuestiones políticas y de intereses, ninguno de los Gobiernos Regionales con jurisdicción en la cuenca (Gobierno Regional de Ancash y La Libertad) ha buscado conformar dicho comité.

El representante de la Autoridad Local de Agua (ALA) señala que su función es otorgar el derecho del uso de un volumen de agua a los usuarios en función de un balance hídrico, sin embargo el seguimiento y monitoreo no es parte de sus funciones. Para su institución, los cursos de agua como la quebrada Quilcay se dividen en subsectores agrarios en los cuales se otorgan derechos.

Según lo indicado por el representante de la (ALA), el SERNANP no se involucra en el otorgamiento de derechos sobre el recurso hídrico, por no ser de su competencia, sin embargo la mayoría de captaciones de agua se encuentran fuera del PNH.

Acerca de cómo se relacionan con el SERNANP, el funcionario entrevistado señaló que ambas instituciones forman parte del grupo técnico de trabajo de la laguna Parón, fuera de eso su gestión es independiente. Respecto de la variación de la provisión del recurso hídrico a los usuarios de la cuenca del río Santa, la ALA ha identificado puntos críticos en la cuenca, y en estos el ALA sólo mantiene los derechos otorgados a usuarios reconocidos con anterioridad y, no otorga mayores derechos.

El representante de la ALA señala que durante los meses de estiaje se ha observado déficit de recurso hídrico, lo cual genera problemas para el abastecimiento de los usuarios. Este a su vez, genera controversias entre los usuarios, los cuales deben acordar como racionalizar el recurso y, si existe una Empresa Prestadora de Servicios (EPS) empleando el recurso, esta restringirá el recurso a los usuarios de agua potable.

Por las variaciones de la disponibilidad del recurso hídrico, según lo indicado por el representante de la ALA, los derechos que se otorgan a terceros para su uso, se emiten indicando que estos se extienden hasta un valor máximo y por valores promedio no rígidos. Señala además que esta Institución no monitorea la calidad del agua, indicando que son el INAIGEM y la Unidad de Glaciología de la ANA, las instituciones que se dedican a la investigación.

5. DISCUSIÓN

a. Elementos del SSE sensibles al efecto de disminución de la disponibilidad de recurso hídrico asociado al peligro climático de desglaciación

Los registros de información meteorológica procesados para el periodo 2012-2017 no permiten apreciar una tendencia climática clara que permita su comparación con los escenarios planteados por ciertos autores, para la cuenca del río Santa y la región Ancash. Además, la serie climática evaluada no presentaba registros completos ni comprendía un periodo suficiente (igual o mayor a 10 años) para poder generar inferencias o escenarios propios para la zona. Sin embargo, se aprecia un desplazamiento de los meses de mayores precipitaciones a los meses comprendidos entre enero y abril (mayor cantidad y días de lluvia registrados) observados en 2016 y 2017, respecto del perfil de precipitación mostrado por Schauwecke (s.f). Dicho perfil, fue elaborado empleando registros de la estación meteorológica de Huaraz (estación meteorológica más próxima a la zona de estudio) en base a una serie histórica de los años 1982 y 1999, y expone que los mayores registros de precipitación se observan entre los meses de diciembre y marzo y, el valor mayor registrado corresponde al mes de febrero. En tanto que, entre junio y agosto se aprecian los menores valores de precipitación registrados.

Lo descrito además, coincide con lo indicado por Obregón et al. (2009), acerca de los escenarios climáticos en la cuenca del río Santa para el año 2030, al no poder observarse variación de la precipitación acumulada, no obstante se observa un desplazamiento de la precipitación hacia los meses de otoño. El autor plantea además que los meses a los cuales se desplazan las mayores precipitaciones coincidirán con los periodos en los cuales se observaran mayores incrementos de temperatura, con un consecuente incremento de la evapotranspiración y una disminución de la precipitación efectiva. Esto tendrá como consecuencia un incremento de la escorrentía superficial y en esa medida del caudal de la quebrada Quilcayhuanca y por lo mismo de la disponibilidad del recurso hídrico durante esta época.

Los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca, describen que el desarrollo de los pastos y su calidad se ve afectada por la escasez de precipitaciones, a consecuencia del desplazamiento del inicio de estas y, por la disminución de los meses que dura la temporada (Mark y Seltzer 2003, Mark et al. 2010), siendo sus percepciones coincidentes al escenario planteado por Obregón et al. (2009).

La disminución de la disponibilidad de recurso hídrico de fuentes superficiales no es un problema que los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca perciban como parte de las consecuencias de la desglaciación, ya que al igual que otras cuencas glaciares este efecto es atenuado por el aporte de agua proveniente de los glaciares durante la época de estiaje. No obstante, la producción de pastos en la quebrada si es una actividad sensible frente al efecto de Cambio Climático en estudio, al ser el servicio ecosistémico que configura la condición del mundo social del SSE y, por ser consecuencia directa de las condiciones ecológicas de este (GIZ et al., 2017, Polk y Young, 2016).

Cabe resaltar que la información climática empleada como referencia, fue registrada en una estación meteorológica emplazada aproximadamente a doce kilómetros del área de estudio, por lo que es referencial. Esto, ya que el tiempo climático del área de estudio es altamente variable, probablemente por la topografía, ubicación e influencia de factores no asociados al Cambio Climático que modifican los recursos que a su vez influyen en los resultados que el efecto estudiado ejerce en estos. Esto hace compleja la proyección de un escenario climático para realizar un análisis de vulnerabilidad en la zona (Meybeck et al. 2005 cit. en Buytaert et al. 2006; CBD 2009; Klein 2003).

b. Relación entre los elementos del SSE sensibles al efecto del peligro climático indicado y, los factores que determinan su capacidad de infiltración

Mejorar los factores de los cuales depende la producción de pastos en la quebrada puede ser una estrategia de adaptación frente al efecto del Cambio Climático en estudio, ya que puede tener efectos a corto plazo y puede ayudar a los usuarios directos de estos, a disminuir el impacto de los efectos climáticos (CBD, 2009). Sin embargo, al formularse en un escenario de incertidumbre, esta medida se plantea como *no-regrets*, puesto que los beneficios secundarios que generaría su aplicación deberían contrarrestar las presiones en el SSE, diferentes del Cambio Climático (Klein, 1997, PNUD et al., 2016).

En la zona de estudio, la vulnerabilidad del SSE se asocia a la relación entre la producción de pastos y la variación de la disponibilidad de recurso hídrico derivado de las precipitaciones. Esto, pese a que existe una extensión considerable de bofedales abastecidos de agua de la quebrada Quilcayhuanca, que sin embargo, no representa una fuente segura de alimento para los animales, ya que de acuerdo a lo señalado por

los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca, en su mayoría se asocian a terreno fangoso y de difícil acceso para el ganado.

Sobre esto, debe considerarse además lo descrito por los usuarios acerca de los animales que llevan más tiempo en el área y que evitan los pastos emplazados cerca a la quebrada para alimentarse, pues según lo indicado, el agua de esta desprende un olor que advierte de su mala calidad. Por lo indicado, es mayor el uso de otros tipos de pastos, que al desarrollarse en zonas relativamente más elevadas, dependen más del agua producto de la precipitación. Este último es el caso de las parcelas en estudio.

El agua almacenada en el suelo y disponible directamente para las plantas depende principalmente de los poros más grandes del suelo, responsables de la retención de agua en el rango de la succión baja (Sakalauskas et al., 2001 cit. por Buytaert et al., 2006; Pels y Verwey, 1992; Salas, 2011). Sin embargo para que el agua sea almacenada, debe primero ingresar al suelo, las condiciones que regulan dicho ingreso dependen de la capacidad de infiltración de este.

Por lo señalado, se evaluó la capacidad de infiltración en dos parcelas ubicadas en los dos tipos de cobertura vegetal presentes en el área de estudio, Bofedal y Complejo Arbustal – Matorral, hallándose que la velocidad de infiltración instantánea promedio (cm/h) del tipo de pasto Bofedal es casi la mitad del valor obtenido en la parcela asociada al tipo de pasto Complejo Arbustal – Matorral. La diferencia registrada, puede deberse a un mayor desarrollo radicular observado en la parcela del pasto de tipo Complejo Arbustal – Matorral asociado a una mayor concentración de fósforo, respecto del registrado en la parcela del pasto de tipo Bofedal (Andrades y Martines, 2014; Gutiérrez, 2010).

Asimismo, la diferencia de la capacidad de infiltración, puede asociarse a la diferencia del porcentaje de pedregocidad, el cual de acuerdo a lo señalado por LEUP-UNAML (2014), es muy superior en los suelos que subyacen al tipo de pasto Complejo Arbustal – Matorral.

Se halló además, que otros factores que determinan la capacidad de infiltración como la cantidad de materia orgánica, clase textural y contenido de humedad presentan valores similares en ambas parcelas, lo que coincide con lo encontrado en el área en análisis anteriores. (LEUP – UNALM, 2014).

Respecto de la cantidad de especies de pastos y cómo estas se distribuyen en la parcela, se observó en ambas parcelas, predominancia de individuos de *Plantago rígida* y *Alchemilla pinnata*. En el área de estudio también se observó un sector dominado por individuos de *Werneria nubigen*, sin embargo este no fue considerado para el establecimiento de parcelas, pues de acuerdo a la información preliminar esta ya no es un área de alimentación de ganado (González, 2015; LEUP – UNALM, 2014).

Respecto de la densidad aparente, los valores registrados para ambos tipos de pastos fueron asociadas a suelos menos porosos, aireados, de buen drenaje y buena penetración de raíces, al ser comparados con registros generados en zonas de estudio próximas, en diferentes tipos de cobertura vegetal (González, 2015).

c. Respecto de los factores, diferentes a los efectos del peligro climático indicado, que afectan a los elementos sensibles del SSE

Los valores de densidad aparente y los registros realizados por González (2015) y LEUP – UNALM (2014), evidencian que la condición de los tipos de pastos evaluados no es buena y que debido a la limitada cantidad de actividades que pueden desarrollarse en estos, el deterioro a la calidad se asocia al sobrepastoreo y la compactación.

Sin embargo, respecto de los factores que ejercen presión sobre el desarrollo de los pastos, lo referido por Polk y Young (2016) acerca de la ampliación de la red de canales, no se registró en el área de estudio. Esto, ya que de acuerdo a los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca, no se pueden construir nuevos canales al interior de la quebrada, por lo que las actividades que se relacionan a estos son solo de mantenimiento de los canales existentes.

De otra parte, respecto de la ampliación y la intensificación del pastoreo, los resultados describen que la intensificación de la actividad se relaciona al uso de bofedales que por falta de recurso hídrico se van drenando de manera natural y, al presentar cobertura constituyen fuente de alimento para los animales. Sin embargo, su uso también se asocia a la pérdida de animales por enfangamiento y en esa medida tiene una implicancia negativa y positiva para el incremento de animales.

Respecto del incremento de animales, de acuerdo a lo registrado en las entrevistas, a consecuencia de los niveles elevados de mortalidad observados en 2014, los usuarios evidenciaron que no es rentable criar más animales que dependen de un recurso que no los abastece para vivir en buenas condiciones. Asociando, en esa medida, un mayor

número de animales, a mayores gastos de mantenimiento (mayor número de jornales de vigilancia) y menores posibilidades de emplear tiempo en otras actividades más rentables, como la agricultura o la venta de la fuerza laboral, que generan ingresos en muchos casos mayores y/o cuando menos, más inmediatos.

El sobrepastoreo, como uno de los factores que genera compactación del suelo, no solo afecta la capacidad de infiltración por la disminución de la retención de agua en el rango de la succión baja. Su influencia se genera además por el incremento de la evapotranspiración del agua del suelo, por la vegetación natural en constante rebrote y, el desarrollo de una capa de vegetación protectora más pequeña, dejando este más expuesto al efecto de las gotas de lluvia (Pizarro, 2017; Chaichi, Saravi y Malekian, 2005; Ferrero, 1991).

Evidencia de lo descrito, es la diferencia de masa radicular entre las parcelas estudiadas, la cual pese a ser mayor en la parcela asociada al tipo de pasto Complejo Arbustal – Matorral no se relaciona a pastos de mayor altura y tampoco, a una mayor densidad de estos. Pudiendo asociarse lo observado al ramoneo excesivo generado por los animales, el cual no permite que los brotes de los pastos se desarrollen más (Sakalauskas et al., 2001 cit. en Buytaert et al. 2006, Pizarro 2017).

Por lo expuesto, el deterioro de la condición de los pastos en el sector de estudio no solo afecta a la actividad ganadera y los beneficios que producto de esta perciben los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca. Su impacto también atenta contra la provisión de todos los servicios ecosistémicos, que brinda la quebrada como parte de la cuenca (Petersen y Stringham 2008 cit. en Tácuna, Aguirre y Flores, 2015; Pizarro, 2017).

Se observa además que el área de estudio se encuentra sujeta a un tipo aparente de tenencia directa sobre los pastizales. Esto, ya que el derecho de un usuario del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca puede ser transferido o heredado, no obstante tiene restricciones para el aprovechamiento del recurso. Asimismo, las restricciones que en la actualidad se presentan en el área para el desarrollo de la actividad ganadera se derivaron de la presión de los usuarios sobre el recurso, generadas por el comportamiento del mercado, el comportamiento ecológico del recurso y, los factores asociados a su producción (precipitación, vegetación, capacidad de infiltración, etc) (Guillet, 1981).

Al respecto, las medidas *no-regrets* que se puedan plantear en torno a la mejora del estado de los pastos, para la reducción de los efectos del sobrepastoreo, deben considerar además para su formulación, el fortalecimiento de la institucionalidad y el fortalecimiento de las capacidades y conocimientos locales e infraestructura. Esto último, ya que la formulación de estas medidas, no se reduce a eliminar las amenazas, sino a evidenciar los aspectos del SSE que promueven que se manifiesten y, así evitar que dichos efectos se vuelvan a presentar (Zapata y Gómez, 2015, p. 21).

En esa medida, para realizar un análisis de los factores del SSE diferentes al Cambio Climático que podrían influir en la tasa de infiltración, se ha elaborado un modelo SSE. Este modelo comprende los subsistemas centrales que forman parte del área de estudio, considerando como elemento central el elemento sensible al efecto del peligro climático en estudio identificado: El uso de pastos para la alimentación de ganado (Chase, 2002; Agrawal y Ostrom 2006). Asimismo, la escala a la cual interactúan la gobernabilidad y la gobernanza en torno al aprovechamiento de recursos y su conservación, para el caso de estudio, es el área que puede ser empleada por el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca (Agrawal y Ostrom, 2006). Por tanto, dicha área delimitó de manera imaginaria el alcance del SSE y el análisis desarrollado entorno a este.

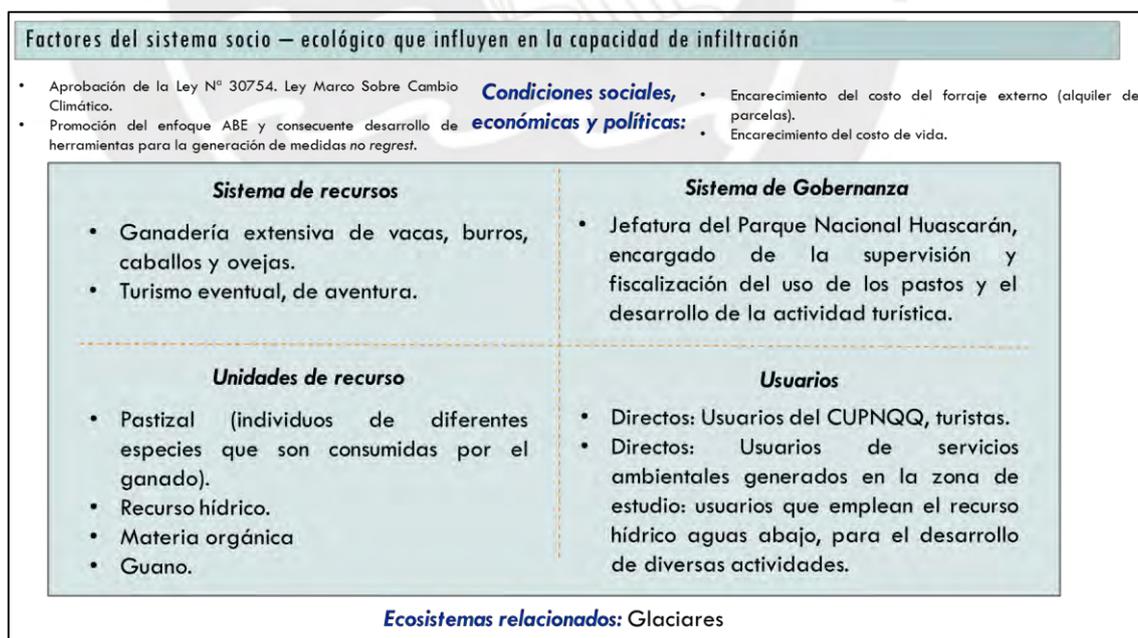


Gráfico N° 7. Subsistemas centrales del SSE del sector Olivo.

Fuente: Adaptado de Ostrom, 2009, p. 420.

El modelo construido evidenció que la modalidad bajo la cual los usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca emplean los pastos de la quebrada Quilcayhuanca corresponde a un tipo de co-manejo, ya que el acceso al recurso se lleva a cabo bajo el control del Estado, representado por la Jefatura del PNH (McCay y Jentoft 1998). Por lo indicado, se analizaron las características del SSE, en función de variables que permitirán exponer cuales son los elementos condicionantes que favorecen la autoorganización que existe en torno al aprovechamiento de los pastos como unidades de recursos (Liu et al., 2007; Ostrom, 2011):

Cuadro N° 14. Análisis de las características del Sistema Socio Ecológico

Variable	Observación
1. Tamaño del sistema	El área que comprende el SSE en evaluación se encuentra físicamente limitada por la topografía y por el PNH, y sus características actuales no permiten que los usuarios obtengan mayores retribuciones por el desarrollo de sus actividades ganaderas (LEUP – UNALM, 2014). Por lo expuesto, esta no puede ampliarse para generar mayores beneficios para los usuarios, siendo una limitante para su gestión (Ostrom, 2011).
2. Productividad del sistema	Como se describe, la productividad del sistema no garantiza que los usuarios actuales obtengan rentabilidad por el uso de los recursos, lo cual sumado a los límites establecidos por el PNH para su uso, no permite que tengan la iniciativa para cambiar las características del sistema productivo.
3. La previsibilidad de la dinámica del sistema	Conforme a lo descrito en los resultados de las entrevistas, existen dos instituciones dedicadas exclusivamente al monitoreo de los glaciares en el PNH y, los efectos de los cambios en estos. Asimismo, existe información desarrollada y proyectada para el monitoreo de los bofedales, ecosistemas de montaña y actividades asociadas a estas. Sin embargo no hay una centralización y sistematización de la información generada. La Jefatura del PNH, como administrador de los ecosistemas de montaña y los glaciares debería

Variable	Observación
	<p>mantener un rol regulador, pudiendo potenciar el interés de los usuarios por aprender acerca de los recursos y ampliar el alcance de su capacidad de gestión (Feeny et al., 1990; McCay y Jentoft, 1998)</p>
<p>4. La movilidad de la unidad de recursos</p>	<p>La gestión orientada al aprovechamiento de los pastos es más sencilla que la gestión del recurso hídrico de las fuentes superficiales, por ser recursos fijos, siendo este un aspecto favorable para su gestión sostenible.</p> <p>Sin embargo, se observa cómo la producción de pastos, como un elemento sensible frente al efecto del Cambio Climático en estudio, desencadena una serie de variables de las cuales depende la generación de otros servicios ecosistémicos asociados, entre ellos la provisión indirecta de aguas superficiales (por la acción de la infiltración en la recarga de acuíferos), que benefician a una cantidad mayor de usuarios.</p>
<p>5. Número de usuarios</p>	<p>El número de usuarios del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca no es una variable que pueda alterarse con facilidad, salvo sea para su disminución. Sin embargo, este factor afecta más la facilidad de organización que el estado de los recursos, ya que al no existir límites para la tenencia de ganado bastaría con que los usuarios incrementen el ganado en la quebrada para generar una degradación aun mayor de los recursos.</p>
<p>6. Liderazgo</p>	<p>En el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca existe un presidente que a la vista de los usuarios representa y defiende sus intereses y, su gestión tiene respaldo de la Jefatura del PNH, pese a las controversias surgidas respecto del actuar del comité. Dichas controversias, no permiten que su liderazgo brinde garantía de incorporar valores que contribuyan a la co- gobernanza.</p> <p>Sin embargo, un aspecto positivo de la actual organización es la forma en la cual los usuarios pueden</p>

Variable	Observación
	<p>trasladar el título habilitante para el uso de los recursos (herencia o transferencia). En la mayoría de casos, estos traslados permiten que sean las familias de los usuarios las que se han visto relacionadas a la quebrada y han podido apreciar los cambios que han sufrido los recursos en líneas de tiempo amplias. La percepción de dichos cambios permite que los individuos observen las consecuencias de sus intervenciones y, los efectos del Cambio Climático en los recursos que emplean (Liu et al., 2007, Moran, 2010, Poteete, 2010).</p>
<p>7. Normas / capital social</p>	<p>El SSE en estudio no es manejado por una comunidad con valores conjuntos establecidos, sin embargo el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca conserva la necesidad de mantener los usos y costumbres ancestrales que en muchos casos heredaron. Por tanto, esta es una oportunidad para introducir valores sociales que contribuyan a la conservación de los recursos, para que se puedan continuar aprovechando los pastos en la quebrada (McCay y Jentoft, 1998).</p> <p>Esto último, puesto que si bien existe a un nivel superior una normativa que restringe las intervenciones en el PNH, sería más efectivo generar acuerdos institucionales a diferentes niveles para fortalecer la gobernanza. Dichos acuerdos deberían ser además flexibles puesto que las instituciones involucradas están sujetas a la dinámica del entorno y los cambios que en este marco se pudieran generar (Chase, 2002).</p>
<p>8. El conocimiento del SSE</p>	<p>La organización del comité no está orientada a que todos los miembros estén enterados de todas las acciones que éste o los usuarios que lo conforman, llevan a cabo. Esto, ya que a las reuniones de coordinación con instituciones como el SERNANP, se convoca solo al presidente o a la junta directiva. Sin embargo y como señalan los usuarios, cuando la junta directiva resuelve de manera negativa</p>

Variable	Observación
	<p>respecto de una solicitud realizada por el SERNANP u otro tercero, esta se traslada a la asamblea de todos los usuarios, para realizar la consulta respectiva.</p>
<p>9. Importancia de los recursos para los usuarios</p>	<p>Los usuarios del SSE no dependen de las actividades que se realizan en la quebrada como fuente de ingreso principal, ya que las condiciones bajo las cuales se desarrolla la actividad ganadera no lo permiten. Además, todos los usuarios entrevistados tienen acceso a áreas de cultivo en terrenos ubicados a altitudes menores o, a otras actividades que les permiten generar ingresos. (Dietz, Ostrom y Stern, 2003). Por lo expuesto, este no es un factor que favorezca la autoorganización.</p> <p>Al respecto, resalta además que por el principio de eco verticalidad, los usuarios están acostumbrados a desarrollar actividades productivas diferentes en varios pisos altitudinales y en esa medida, si el progresivo retroceso glaciar da paso al desarrollo de pastos, la tendencia es emplear estos para el ganado. Esto último, ya que el ganado se alimenta de los recursos a los cuales tenga acceso y, si dichos recursos se desarrollan en nuevas zonas dentro de la quebrada, serán empleados para estos fines sin considerar su fragilidad (Polk y Young, 2016, Guillet, 1981).</p>
<p>10.Reglas de elección colectiva</p>	<p>Es más viable la autoorganización, cuando mayor autonomía tiene un grupo para elaborar y hacer cumplir sus normas. Sin embargo en este caso, esa autonomía está limitada por los términos de uso de los pastos y lo que indique la jefatura del PNH.</p> <p>Poteete, 2010; Moran, 2010; Dietz et al., 2003 describen que las interacciones sociales con los recursos son también de control político, por lo que los límites establecidos por el PNH para el uso de los pastos deberían considerar que esta actividad no se limita a la alimentación del ganado. Esto, ya que los pastos son producto de diferentes interacciones y por lo mismo tienen</p>

Variable	Observación
	<p>consecuencias sobre todos los elementos relacionados, los cuales pueden verse afectados o beneficiados por el desarrollo de esta actividad. En esa medida, se debe redefinir la autonomía otorgada al Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la quebrada Quilcayhuanca para el aprovechamiento del recurso, puesto que las reglas establecidas son tan estrictas que no permiten la negociación de los términos de su aplicación, lo cual podría hacerlas más efectivas.</p>



6. CONCLUSIONES

El modelo planteado por Ostrom (2009, 2011) permitió realizar un análisis de todos los factores que forman parte del Sistema Socio Ecológico (SSE) ya que su construcción requirió establecer las interacciones que se generan entre estos y, permitió considerar como elemento central, al elemento sensible al efecto del peligro climático en estudio y, limitar su alcance al área que puede ser empleada por el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca.

El elemento del SSE en estudio, sensible de ser afectado por el efecto climático de disminución de la disponibilidad de recurso hídrico, asociado al peligro climático de desglaciación, es el uso de pastos para la alimentación de ganado. Esto, debido a que requiere de recurso hídrico para su desarrollo y, a los factores de presión como el sobrepastoreo y la compactación que atentan contra su capacidad de adaptación. Asimismo, ya que la actividad ganadera requiere de la existencia de pastos, los cuales para su desarrollo requieren de la confluencia de los factores que influyen en la capacidad de infiltración, si se mejora la capacidad de infiltración se puede incrementar la capacidad de adaptación del elemento sensible.

Respecto de los factores, no asociados directamente al Cambio Climático que atentan contra el elemento sensible identificado e influyen en la capacidad de infiltración, se observó que los factores que mostraron diferencias entre los tipos de pastos evaluados fueron la fertilidad y la pedregosidad. Sin embargo, esta diferencia no se traduce en el estado ecológico y calidad de los tipos de pasto Complejo Arbustal y Bofedal. Esto último al evidenciar que en ambos tipos de pastos, la cobertura vegetal presenta una altura similar y una dominancia de las mismas especies *Plantago rígida* y *Alchemilla pinnata*.

Acerca de las condiciones del Sistema Socio Ecológico (SSE) que han permitido el sobrepastoreo y la compactación, se conceptualizaron los principales subsistemas que conforman el SSE de la quebrada, considerando a la ganadería extensiva como el principal sistema de recursos. Asimismo, se analizaron las posturas de diferentes autores respecto de las condiciones del SSE que permitirían el uso sostenible de las unidades de recursos bajo el régimen de co-manejo, bajo el cual se administra al momento el área (formado por el Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca y la Jefatura del PNH).

Producto del análisis antes referido, se observa que: la productividad del sistema, la falta de sistematización de información que contribuya a conocer más acerca de la dinámica del sistema (previsibilidad de la dinámica del sistema), la importancia de los recursos para los usuarios y las reglas de elección colectiva (centradas en el sistema productivo principal sin considerar su relación con la provisión de otros servicios eco sistémicos) son los principales factores de amenaza para la sostenibilidad del uso de los pastizales y por lo mismo atentan contra su capacidad de adaptación.

En tanto que el Liderazgo y las normas sociales establecidas, son aspectos potenciales para establecer valores ambientales y generar acuerdos institucionales a diferentes niveles y de naturaleza flexible, para fortalecer la gobernanza. Esto, considerando que las instituciones involucradas en el manejo de los recursos enfrentan escenarios de incertidumbre y por lo mismo su accionar no puede ser rígido sino adaptativo.

El Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quilcayhuanca es uno de los varios que emplean pastos en las quebradas que se comprende el PNH, bajo la modalidad de co-manejo. Por tanto, se debería realizar un análisis similar en dichas quebradas para identificar los elementos sensibles de estas y analizar cómo mejorar su capacidad de adaptación frente a los efectos del peligro climático de desglaciación. Puesto que, los efectos del peligro climático de desglaciación tenderán a agravarse y por ende, a afectar el desarrollo de las diferentes actividades productivas que dependen de los servicios ecosistémicos que brinda la cuenca alta del río Santa.

La presente investigación solo se enfocó en explorar los efectos del peligro climático de desglaciación en la capacidad de regulación hídrica, respecto de la capacidad de infiltración de ecosistemas que proveen dicho servicio. Sin embargo, debido a las condiciones geológicas particulares de la zona de estudio, debiera ampliarse el análisis considerando cómo la disminución de la calidad del recurso hídrico de la quebrada Quilcayhuanca afecta la disponibilidad del recurso para ser empleado en fines diversos. Asimismo, debería evaluar la capacidad depurativa de los bofedales cuya extensión se amplía con el retroceso glaciar, lo que a su vez los expone a los efectos del sobrepastoreo y el deterioro de sus funciones.

7. BIBLIOGRAFÍA

Agrawal, A. y E. Ostrom (2006). Political Science and Conservation Biology: a Dialog of the Deaf. *Conservation Biology*, 20(3), 681-682.

Álvarez, J. y Shany N. (agosto, 2012). Una experiencia de gestión participativa de la biodiversidad con comunidades amazónicas. *Revista Peruana de Biología*, versión en línea ISSN 1727-9933, 19(2). Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332012000200017

Andrades, M. y Martínez, E. (2014). *Fertilidad del suelo y parámetros que la definen: Material didáctico. Agricultura y alimentación* (Material didáctico 3. Agricultura y Alimentación). Logroño: Universidad de La Rioja, Servicio de Publicaciones. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/267902.pdf>

Baraer, M., Mark, B., Mckenzie, J., Condom, T., Bury, J., Huh, K., Portocarrero, Gómez, J., Rathay, S. (2012). Recesión de glaciares y recursos hídricos en la Cordillera Blanca del Perú. *Journal of Glaciology*, 58(207), 1-18. Recuperado de http://yang.sdsu.edu/Glaciador_recesion.pdf

Bedoya, E. (2016). La deforestación y la tragedia de los comunes entre los cocaleros del VRAE: 2001-2004". *Espacio y desarrollo*, 28, 75-101. Recuperado de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/15006/16083>

Blanco, R. (1999). El infiltrómetro de cilindro simple como método de cálculo de la conductividad hidráulica de los suelos. Experiencias de campo en ámbitos de montaña mediterránea. *Baetica*, 21, 9-34.

Buytaert, W., Céleri, R., De Bièvre B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., Hofstede, R. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean paramos. *Earth-Science Reviews*, 76, 53-72. Recuperado de https://www.academia.edu/5377993/Human_impact_on_the_hydrology_of_the_Andean_p%C3%A1ramos

- Camino, A. (1982). Tiempo y Espacio en la Estrategia de Subsistencia Andina: Un caso en las Vertientes Orientales Sud-Peruanas. *Senri Ethnological Studies*, 11-38. Recuperado de https://www.academia.edu/5188704/Tiempo_y_Espacio_en_la_Estrategia_de_Subsistencia_Andina_Un_Caso_en_las_Vertientes_Orientales_Sud-Peruanas
- Chaichi, Mr; Saravi, Mm; Malekian, A. (2005). Effects of Livestock Trampling on Soil Soil Physical Properties and Vegetation Cover (Case Study: Lar Rangeland, Iran). *International Journal of Agriculture and Biology*, 904-908. Recuperado de 2010 https://www.academia.edu/19053475/Effects_of_Livestock_Trampling_on_Soil_Physical_Properties_and_Vegetation_Cover_Case_Study_Lar_Rangeland_Iran_
- Chase, R. (2002). Los bienes comunes y su gestión comunitaria. Conceptos y prácticas En Chase, R. y Pineda, D. (Eds.), *El cuidado de los bienes comunes. Gobierno y Manejo de los lagos y bosques en la Amazonía* (pp.13-30). Lima: IEP ediciones.
- De Souza, R. M. (2003). Punto de partida para desarrollar un programa de capacitación Serie de materiales de capacitación para la integración de los temas de 2003 población, salud y medio ambiente (Manual 1). San José: Population Reference Bureau.
- Dietz, T., Ostrom, E. y Stern, P. (2003). The Struggle to Govern the Commons. *Science*. 302 (5652), 1907-1912. Recuperado de 2003 <https://pdfs.semanticscholar.org/d2e2/97f50d7df67f1757c0cdf4572a2693a1fa88.pdf>
- Fabián, A. (2008). *Evaluación del proceso de infiltración en la laguna Churince, Valle de Cuatro cienegas, Coahuila* (Tesis correspondiente al grado de Ingeniero Forestal). Recuperada de 2008 <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/929/60191s.pdf?sequence=1>

Feeny, D., Berkes, F., McCay, B. y Acheson, J. (1990) The Tragedy of the Commons: Twenty-Two Years Later. *Human Ecology*, 18(1). Recuperado de 1990 https://www.kth.se/polopoly_fs/1.197993!/Menu/general/columncontent/attachment/Feeny_etal_1990.pdf

Ferrero, A. (1981). Effect of compaction simulating cattle trampling on soil physical characteristics in woodland. *Soil and Tillage Research*, 19,319-329. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(91\)90099-J](https://doi.org/10.1016/0167-1987(91)90099-J)

Forsythe, W. (1985). *Física de Suelos: Manual de Laboratorio*. Recuperado de <http://www.worldcat.org/title/fisica-de-suelos-manual-de-laboratorio/oclc/427916278/viewport>

Francou, B., Pouyaud, B. (2007). Retroceso glaciar y cambio climático en los Andes Centrales. En *¿EL FIN DE LAS CUMBRES NEVADAS? Glaciares y Cambio Climático en la Comunidad Andina* (pp. 31-39). Lima: Libélula Comunicación, Ambiente y Desarrollo SAC. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Alvaro_Soruco/publication/259290569_Glacier_retreat_in_the_context_of_regional_climate_change/links/02e7e52aec10f86fa800000/Glacier-retreat-in-the-context-of-regional-climate-change.pdf

Francou, B., Pouyaud, B. (octubre, 2008). Glaciares: ¿Cómo y dónde estudiarlos?. *Revista Virtual REDESMA*, 2(3), 1-18. Recuperado de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1995-10782008000300003&script=sci_arttext&tlng=es

Georges, C. (2004). 20th-Century Glacier Fluctuations in the Tropical Cordillera Blanca, Peru. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 36(1), 100–107. Recuperado de 2004 [://bioone.org/journals/Arctic-Antarctic-and-Alpine-Research/volume36/issue-1/1523-0430\(2004\)036\[0100:TGFITT\]2.0.CO;2/20th-Century-Glacier-Fluctuations-in-the-Tropical-Cordillera-Blanca-Per%3%BA/10.1657/1523_0430\(2004\)036\[0100:TGFITT\]2.0.CO;2.full](http://bioone.org/journals/Arctic-Antarctic-and-Alpine-Research/volume36/issue-1/1523-0430(2004)036[0100:TGFITT]2.0.CO;2/20th-Century-Glacier-Fluctuations-in-the-Tropical-Cordillera-Blanca-Per%3%BA/10.1657/1523_0430(2004)036[0100:TGFITT]2.0.CO;2.full)

Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente - Gobierno Regional de Ancash (GRRN – GRA) (2017). *Estrategia Regional de Cambio Climático en el Departamento de Ancash*. Huaraz. Recuperado de <https://mountain.pe/wp-content/uploads/Estrategia-Regional-de-Cambio-Clima-%CC%81tico-Ancash.pdf>

German Society For International Cooperation, Ministerio Del Ambiente y Ministerio De Economía Y Finanzas (2017). *Transversalización de la adaptación basada en ecosistemas (ABE) en la planificación de desarrollo (Módulo 1: Conceptos de AbE y principios de integración en la planificación del desarrollo)*.

Gil, J. (2014). *Monitoreo Hidrológico en ecosistemas de puna Húmeda bajo el método de Cuencas Pareadas: Cantidad de agua en una cuenca conservada vs una cuenca sobre pastoreada CC. Cordillera Blanca, Canrey Chico, Recuay, Ancash (Punas-Agua” Promoviendo la seguridad hidrológica del sistema agrario andino a través de la conservación de ecosistemas de puna húmeda del norte peruano)*.

González, J. (2015). *Caracterización de la infiltración en bosques plantados con *Polylepis spp.*, de 11 y 29 años, Parque Nacional Huascarán, quebrada Quilcayhuanca, Huaraz, Áncash* (Tesis correspondiente al grado de Ingeniero Forestal). Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1852>

Gómez, J. C. (2011). *Manual de Prácticas de Campo y del Laboratorio de Suelos*. Recuperado de: http://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2785/1/practicascampolaboratorio_suelos.pdf

Guillet, D. (1981). Land Tenure, Ecological Zone, and Agricultural Regime in the “Central Andes”. *American Ethnologist*, 8(1),139-156. Recuperado de <https://anthrosource.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1525/ae.1981.8.1.02a00090>

Gutiérrez, J. (2010). *La densidad aparente en suelos forestales del Parque Natural los Alcornocales* (Trabajo de fin de carrera correspondiente al título de Ingeniero Técnico Agrícola). Recuperado de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/57951/1/La%20densidad%20aparente%20en%20suelos%20forestales%20.pdf>

Hardin, G. (1968). La Tragedia de los Bienes Comunes. En Chase, R. y Pineda, D. (Eds.), *El cuidado de los bienes comunes. Gobierno y Manejo de los lagos y bosques en la Amazonía* (pp.33-48). Lima: IEP ediciones.

Hermoza, R.M. (2013). *Práctica N°04 – Medición de la Infiltración* (Material del curso, 2013 Ordenación de Cuencas). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Hennink, M., Hutter, I y Bailey, A. (Eds.). (2010). C. 9 Data Preparation and Developing Codes, y C. 10 Textual Data Analysis. *Qualitative Research Methods* (pp. 204-265). London: Sage.

Hillel, D. (Ed.). (1982). Water properties in relation to porous media. *Introduction to Soil Physics* (pp. 19 – 37). Massachusetts: University of Massachusetts, Academic Press. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/book/9780123486554/introduction-to-environmental-soil-physics#book-info>

Hufty, M. (2008). Una propuesta para concretizar el concepto de gobernanza: El Marco Analítico de la Gobernanza. En Mazurek, H. (Ed.), *Gobernabilidad y gobernanza en los territorios de América Latina* (pp. 77-101). La Paz: IFEA-IRD. Recuperado de http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers13-03/010048116.pdf

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) (2018a) Inventario nacional de glaciares: Las cordilleras glaciares del Perú. Recuperado de <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/5176>

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) (2018b). *Inventario de fuentes de agua superficial Subcuenca del río quillcay*

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña. (2016). *Identificación y Georeferenciación de Áreas de Investigación en la microcuenca quillcayhuanca* (Informe de inspección). Recuperado del sitio de internet del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña: <http://www.inaigem.gob.pe/download/ecosistemas/quillcay/2015-10-15-INSPECCION-Quillcayhuanca.pdf>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). Special report. Global Warming of 1.5 °C. Recuperado del sitio de internet del Intergovernmental Panel on Climate Change: <https://www.ipcc.ch/working-group/wg2/>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Recuperado del sitio de internet del Intergovernmental Panel on Climate Change: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf

Junes, D.A. (2017). *Predicción de la sortividad e infiltración del agua en el suelo* (Tesis correspondiente al grado de Ingeniero Agrícola). Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/0ByQ8dgir5Z9-S3ExNFRuSVBHSWs/view>

Klein, R. (2003). Adaptation to Climate Variability and Change: What is optimal and appropriate?". En Giupponi, C. y Mordechai S. (Eds), *Climate Change in the Mediterranean: Socio-Economic Perspectives of Impacts, Vulnerability and Adaptation* (pp. 32-52). Cheltenham. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/279571584_Adaptation_to_climate_variability_and_change_what_is_optimal_and_appropriate

Klein, R. y Tol, R. (1997). *Adaption to Climate Change: Options and Technologies- An Overview Paper* (Documento Técnico FCCC / TP / 1997/3, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Secretaría). Recuperado de

<https://research.vu.nl/en/publications/adaption-to-climate-change-options-and-technologies-an-overview-p>

Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (2014). *Proyecto de servicio de recuperación de bofedales de la Quebrada quillcayhuanca – Ancash*. (Producto 1.1 Inventario de Pastos de la Quebrada Quillcayhuanca –Ancash). Huaraz.

Little, C. y Lara, A. (2010). Restauración ecológica para aumentar la provisión de agua como un servicio ecosistémico en cuencas forestales del centro-sur de Chile”. *Bosque*, 31(3), 175-178. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-9200201000300001&lng=es&nrm=iso

Liu, J. (2007). Complexity of Coupled Human and Natural Systems. *Science*, 317, 1513-1516. doi: 10.1126/science.1144004.

López, F. (1990). El papel del bosque en la conservación del agua y el suelo. *Ecología* (1), 141-155.

López, F. y Mintegui, J. A. 1986 *Hidrología de Superficie tomo I*. Madrid: Fundación Conde del Valle de Salazar.

Maderey, L. (2005). *Principios de Hidrogeografía: Estudio del Ciclo Hidrológico* (Serie de Textos Universitarios Número 1). Recuperado de <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/27/27/80-1>

Mark, B., Bury, J., McKenzie, J., French, A. y Baraer, M. (2010). Climate Change and Tropical Andean Glacier Recession: Evaluating Hydrologic Changes and Livelihood Vulnerability in the Cordillera Blanca, Peru. *Annals of the Association of American Geographers*, 100(4), 794-805. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00045608.2010.497369>

Mark, B., Seltzer, G. (2003). Tropical glacier meltwater contribution to stream. Tropical glacier meltwater contribution to stream discharge: a case study in the Cordillera Blanca, Peru. *Journal of Glaciology*, 49(165), 271-281. Recuperado de https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/01418756F51185F7EC10729591EAC5C0/S0022143000210472a.pdf/tropical_glacier_meltwater_contribution_to_stream_discharge_a_case_study_in_the_cordillera_blanca_peru.pdf

Martínez, A. y Navarro, J. (1996). *Hidrología Forestal. El ciclo Hidrológico*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Mayer, E. (1994). Recursos naturales, medio ambiente, tecnología y desarrollo. *Perú: El Problema Agrario en Debate, SEPIA V /Seminario Permanente de Investigación Agraria*, 504-510. Recuperado de 1994 <http://sepia.org.pe/wp-content/uploads/2018/07/SEPIA-V-AREQUIPA-1991-COMPLETO.pdf>

Mazurek, H. (2008). (Ed.) Introducción. Gobernabilidad y gobernanza: el aporte para Los territorios y América Latina. *Gobernabilidad y gobernanza en los territorios de América Latina* (pp. 13-31). La Paz: IFEA-IRD
Recuperado de http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers13-03/010048116.pdf

Mccay B. y Jentoft, S (1998). ¿Falla del mercado o de la comunidad? Perspectivas críticas de la investigación sobre la propiedad colectiva. En Chase, R. y Pineda, 1998 D. (Eds.), *El cuidado de los bienes comunes. Gobierno y Manejo de los lagos y bosques en la Amazonía* (pp. 78-99). Lima: IEP ediciones.

Molina, D. (1975). *Hidrología*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina - Departamento de Recursos de Agua y Tierra.

Moran, E. (2010). Environmental Decision Making. *Environmental Social Science: Human-Environment Interactions and Sustainability* (pp. 126-140). Malden: 2010 John Wiley & Sons.

- Obregón, G. et.al. (2009). *Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático. Escenarios climáticos en la Cuenca del Río Santa para el año 2030*. Lima. Recuperado del sitio de Internet de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza: https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/escenarios_climaticas_la_cuenca_des_rio_santa_para_el_ao_2030.pdf
- Oscanoa, L. (2016). *Influencia de las prácticas de conservación de suelos y mejora de la función hidrológica de praderas naturales altoandinas* (Tesis doctoral). Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2843>
- Ostrom, E. (2011). *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las Instituciones de Acción Colectiva* (Trad. Merino, L., segunda edición en español). México: Fondo de Cultura Económica.
- Ostrom, E. (2009). "A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-ecological Systems". *Science*, 325, 419-422. doi: 10.1126/science.1172133
- Pizarro, S. (2017). *Degradación y vulnerabilidad al cambio climático en pastizales Altoandinos* (Tesis de maestría). Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2916>
- Polk, M. y Young, K. (2016). Transformaciones de un sistema socio – ecológico alto – andino: bofedales y cambios ambientales en el Parque Nacional Huascarán, Perú. *Naturaleza y sociedad – Perspectivas globales en América Latina*, 285-340.
- Poteete, A. (2010). Analyzing the Politics of Natural Resources: from Theories of Property Rights to Institutional Analysis and Beyond. En Vaccaro, I, Smith, E. y Aswani, S. (Eds). *Environmental Social Sciences: Methods and Research Design* (pp. 57-79). New York: Cambridge University Press.

Decreto Supremo N° 0622-75-AG (1975). Recuperado de
<https://legislacionanp.org.pe/parque-nacional-huascarán/>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza e Instituto de Montaña. (2016). Pequeña caja de herramientas para facilitar la Adaptación al Cambio Climático: el caso del proyecto EbA Montaña en Perú. Lima. Recuperado de
<http://www.cambioclimatico-regatta.org/index.php/es/documentos-herramientas/category/adaptacion-basada-en-ecosistemas>.

Quintero, M. (Ed.). (2010). Una visión integral del estado del arte sobre los servicios ambientales hidrológicos en los Andes. *Servicios Ambientales Hidrológicos en la Región Andina. Estado del conocimiento, la acción y la política para asegurar su provisión mediante esquemas de pago por servicios ambientales* (pp. 92-193). Lima: IEP, CONDESAN. Recuperado de
<https://core.ac.uk/download/pdf/48018308.pdf>

Salas, C. (2011). *Comportamiento hidrológico y erosivo en usos de suelo prioritarios de la campiña lechera en Santa Cruz, Turrialba, Costa Rica* (Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Recuperado de
<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A6617e/A6617e.pdf>

Schauwecker, S., Lorenzi, D. y Rohrer, M. (s.f). *Adaption to Climate Change: Options and Technologies - An Overview Paper* (Documento Técnico FCCC / TP / 1997/3, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático s/f Secretaría). Recuperado de:
<https://research.vu.nl/en/publications/adaption-to-climate-change-options-and-technologies-an-overview-p>

Schosinsky, G. (2006). Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos. *Revista Geológica de América Central*, 34-35, 13-2006 30. Recuperado de
<http://www.redalyc.org/html/454/45437342002/>

Secretary of the Convention Biological Diversity. (2016). *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change* (CBD Technical 2016 Series No. 41). Recuperado del sitio de Internet de Convention Biological Diversity:

<https://www.cbd.int/kb/record/notification/1311?RecordType=notification>

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) (2010) *Parque Nacional Huascarán – Plan Maestro Periodo 2010 – 2015*. Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-actualizacion-plan-maestro-parque-nacional-huascaran-periodo>

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) (2017) *Parque Nacional Huascarán – Plan Maestro Periodo 2017 – 2021*. Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-actualizacion-plan-maestro-parque-nacional-huascaran-periodo>

Tácuna, R., Aguirre, L., y Flores, E. (2015). Influencia de la revegetación con especies nativas y la incorporación de materia orgánica en la recuperación de pastizales degradados. *Ecología Aplicada*, 14(2), 191-200.

Universidad Nacional Agraria La Molina y Ministerio del Ambiente. (2014). *Proyecto de servicio de recuperación de bofedales de la Quebrada Quillcayhuanca - Ancash 2014* (Producto 4.1 Diagnóstico Social del Pastoreo del Comité de Usuarios de Pastos Naturales de la Quebrada Quillcayhuanca – Ancash). Huaraz.

Valverde, J. C. (Ed.). (2007). *Relación Agua – Suelo: Características. Riego y Drenaje* (Segunda edición) (pp. 41-51). San José: Universidad Estatal a Distancia.

Recuperado de:
https://books.google.com.pe/books?id=Chy5vADO63AC&pg=PR6&lpg=PR6&dq=Riego+y+Drenaje.+2da+reimpresi%C3%B3n.+San+Jos%C3%A9&source=bl&ots=gGjliamfD7&sig=2qqVleh47UVa0F8nty0fZdpdCIQ&hl=qu&sa=X&ved=2ahUKEwiJ7_y9q_XdAhXG2FMKHQ7RAXYQ6AEwAXoECAcQAQ#v=onepage&q=Riego%20y%20Drenaje.%202da%20reimpresi%C3%B3n.%20San%20Jos%C3%A9&f=false

Vásquez, A., I. Vásquez, Vásquez, C. y M. Cañamero. (Eds.). (2017). Movimiento del agua en el suelo. *Fundamentos de la Ingeniería de Riego* (pp. 112-123). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Villanueva, R. (2011a). Características de la cuenca del río Santa ((Folleto Informativo N° 1).
<https://mountain.pe/wp-content/uploads/2012/02/Folleto-1-Caracteristicas-Cuenca-Rio-Santa.pdf>

Villanueva, R. (2011b). Los impactos del cambio climático en las funciones hidrológicas de la cuenca del río Santa. [Folleto Informativo N° 2]. Recuperado de <http://mountain.pe/wp-content/uploads/2012/02/Folleto-2-Impactos-CC-Cuenca-Rio-Santa.pdf>

Zapata, F., Torres, M., Gómez, A. y Podvin, K. (2016). *Informe de sistematización de la experiencia: Implementación de las medidas robustas de Adaptación basada en Ecosistemas en las comunidades campesinas de Canchaylo y Miraflores 2016 (Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabamba)*. Recuperado de https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/zapata_et_al._2016._informe_sistematizacion_medidas_robustas_im_uicn.pdf

Zapata, F. y Gómez, A. (2015). Adaptación basada en Ecosistemas de Montaña. Experiencia y lecciones aprendidas en la restauración de tecnologías ancestrales y contemporáneas para el manejo de los pastos y del agua en la puna. *Ponencia presentada en nombre del Instituto de Montaña*. Seminario Permanente de Investigación Agraria (SEPIA XVI).

ANEXOS

Anexo 1: Velocidad de infiltración Instantánea (cm/hora)

Tiempo parcial (min)	Parcela 1 - Bofedal	Parcela 2 - Asociación Pajonal - Arbustal
1	24.00	48.00
2	12.00	42.00
3	12.00	36.00
4	6.60	24.00
5	12.00	24.00
6	6.00	24.00
7	6.00	18.00
8	6.00	24.00
9	6.00	12.00
10	18.00	18.00
11	24.00	24.00
12	2.00	20.00
13	2.00	20.00
14	8.40	16.80
15	14.40	14.40
16	18.00	18.00
17	7.80	7.80
18	12.00	12.00
19	13.80	13.80
20	6.30	6.30
21	5.10	5.10
22	6.00	6.30
Promedio	10.38	19.75

Fuente: Elaboración propia

Tiempo acumulado (min)	Parcela 1 - Bofedal	Parcela 2 - Asociación Pajonal - Arbustal
1.00	0.4	0.8
2.00	0.6	1.5
3.00	0.8	2.1
4.00	0.91	2.5
5.00	1.11	2.9
6.00	1.21	3.3
7.00	1.31	3.6
8.00	1.41	4
9.00	1.51	4.2
10.00	1.81	4.5
13.00	3.01	5.7
16.00	3.11	6.7
19.00	3.21	7.7
24.00	3.91	9.1
29.00	5.11	10.3
34.00	6.61	11.8
44.00	7.91	13.1
54.00	9.91	15.1
64.00	12.21	17.4
84.00	14.31	19.5
104.00	16.01	21.2
124.00	18.01	23.3

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Resultados del Análisis de suelos realizado

Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO 3 (%)	M.O. (%)	P (pp m)	K (ppm)	Análisis Mecánico		
							Arena (%)	Limo (%)	Arcillo (%)
Parcela 1 - Calicata 1	4.63	0.17	0	5.13	4.2	122	56	30	14
Parcela 1 - Calicata 4	4.54	0.15	0	5.7	3.5	126	62	26	12
Parcela 2 - Calicata 2	4.5	0.14	0	5.93	10.8	81	70	22	8
Parcela 2 - Calicata 3	4.38	0.14	0	6.59	10.1	107	70	24	6
Muestra	Clase Textural	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
		Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3 + H+			
Parcela 1 - Calicata 1	Fr.A	11.84	1.59	0.42	0.38	1	3.55	2.55	22
Parcela 1 - Calicata 4	Fr.A	12.32	1.37	0.4	0.36	1.2	3.49	2.29	19
Parcela 2 - Calicata 2	Fr.A	11.2	1.55	0.38	0.23	1	3.3	2.3	21
Parcela 2 - Calicata 3	Fr.A	10.88	1.62	0.4	0.26	0.9	3.44	2.54	23



Información meteorológica empleada

Los registros meteorológicos que se presentan, fueron los brindados por la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM). Los espacios en blanco corresponden a registros no realizados, por lo que el procesamiento de la información se realizó empleando la información disponible y los factores de conversión brindados por la UNASAM a la entrega de los datos.

DAT A	PP1h(mm)																		
	ene- 2012	feb- 2012	mar- 2012	abr- 2012	abr- 2012	may- 2012	may- 2012	jun- 2012	jun- 2012	jul- 2012	jul- 2012	ago- 2012	sep- 2012	oct- 2012	oct- 2012	nov- 2012	nov- 2012	dic- 2012	dic- 2012
01				4,065.0 0	4.07	2,759.0 0	2.76	4,493.5 0	4.49	5,171.0 00	5.17			1.00	0.25	32.00	8.13	0.00	0
02				4,965.0 0	4.97	4,933.0 0	4.93	4,265.5 0	4.27	5,045.0 00	5.05			1.00	0.25	52.00	13.21	34.00	8.636
03				4,797.0 0	4.80	5,748.0 0	5.75	4,413.0 0	4.41	5,146.0 00	5.15			0.00	0.00	5.00	1.27	28.00	7.112
04				3,873.0 0	3.87	5,311.0 0	5.31	3,992.0 0	3.99	5,143.0 00	5.14			0.00	0.00	49.00	12.45	12.00	3.048
05				3,478.0 0	3.48	5,612.0 0	5.61	4,371.5 0	4.37	3,623.0 00	3.62			0.00	0.00	23.00	5.84	11.00	2.794
06				3,953.0 0	3.95	5,630.0 0	5.63	4,363.5 0	4.36	3,348.0 00	3.35			0.00	0.00	19.00	4.83	0.00	0
07				2,969.0 0	2.97	6,052.0 0	6.05	3,796.0 0	3.80	4,948.0 00	4.95			0.00	0.00	23.00	5.84	0.00	0
08				2,745.0 0	2.75	5,237.0 0	5.24	2,718.0 0	2.72	3,543.0 00	3.54			23.00	5.84	19.00	4.83	1.00	0.254
09				4,101.0 0	4.10	5,176.0 0	5.18	3,421.0 0	3.42	3,784.0 00	3.78			4.00	1.02	6.00	1.52	25.00	6.35
10				2,316.0 0	2.32	3,926.0 0	3.93	0.00	0.00	4,681.0 00	4.68			13.00	3.30	38.00	9.65	5.00	1.27
11				4,427.0 0	4.43	4,671.0 0	4.67	4,132.2 9	4.13	5,286.0 00	5.29			0.00	0.00	1.00	0.25	5.00	1.27
12				4,259.5 0	4.26	5,226.0 0	5.23	4,776.4 9	4.78	5,268.0 00	5.27			5.00	1.27	1.00	0.25	0.00	0
13				3,202.5 0	3.20	5,791.0 0	5.79	4,842.4 9	4.84	5,317.0 00	5.32			0.00	0.00	6.00	1.52	3.00	0.762
14				4,062.0 0	4.06	5,942.0 0	5.94	3,334.0 0	3.33	5,213.0 00	5.21			0.00	0.00	48.00	12.19	0.00	0
15				4,375.0 0	4.38	4,330.0 0	4.33	3,400.4 9	3.40	4,787.0 00	4.79			0.00	0.00	34.00	8.64	0.00	0
16				3,117.0 0	3.12	3,493.0 0	3.49	4,767.0 0	4.77	0.00	0.00			5.00	1.27	22.00	5.59	0.00	0

DAT A	PP1h(mm)																			
	ene-2012	feb-2012	mar-2012	abr-2012	abr-2012	may-2012	may-2012	jun-2012	jun-2012	jul-2012	jul-2012	ago-2012	sep-2012	oct-2012	oct-2012	nov-2012	nov-2012	dic-2012	dic-2012	
17		0.00		2,037.0 0	2.04	4,411.0 0	4.41	4,507.5 0	4.51	0.00	0.00			9.00	2.29	1.00	0.25	5.00	1.27	
18		3.80		5,372.0 0	5.37	2,857.0 0	2.86	4,988.1 6	4.99	0.00	0.00			1.00	0.25	13.00	3.30	12.00	3.048	
19		2.70		3,550.0 0	3.55	3,651.0 0	3.65	5,976.0 0	5.98	0.00	0.00			20.00	5.08	25.00	6.35	38.00	9.652	
20		0.00		4,879.0 0	4.88	3,150.0 0	3.15	4,027.0 0	4.03	0.00	0.00			4.00	1.02	0.00	0.00	9.00	2.286	
21		2.00		4,964.0 0	4.96	2,829.0 0	2.83	6,463.0 0	6.46	0.00	0.00			14.00	3.56	9.00	2.29	53.00	13.462	
22		10.00		3,371.0 0	3.37	2,831.0 0	2.83	3,768.0 0	3.77	0.00	0.00			5.00	1.27	0.00	0.00	9.00	2.286	
23		0.10		4,230.0 0	4.23	3,309.0 0	3.31	4,887.0 0	4.89	0.00	0.00		21.00	3.00	0.76	3.00	0.76	19.00	4.826	
24				3,694.0 0	3.69	4,752.5 0	4.75	3,665.0 0	3.67	0.00	0.00		2.00	26.00	6.60	13.00	3.30	70.00	17.78	
25				3,846.0 0	3.85	3,635.5 0	3.64	3,844.0 0	3.84	0.00	0.00		0.00	5.00	1.27	32.00	8.13	15.00	3.81	
26				5,193.0 0	5.19	0.00	0.00	4,053.0 0	4.05	0.00	0.00		11.00	9.00	2.29	6.00	1.52	14.00	3.556	
27				5,456.0 0	5.46	5,039.5 0	5.04	4,854.0 0	4.85	0.00	0.00		0.00	3.00	0.76	6.00	1.52	26.00	6.604	
28				6,021.0 0	6.02	5,498.0 0	5.50	5,144.0 0	5.14	0.00	0.00		54.00	21.00	5.33	41.00	10.41	7.00	1.778	
29				6,232.0 0	6.23	5,387.0 0	5.39	5,156.0 0	5.16	0.00	0.00		13.00	36.00	9.14	18.00	4.57	43.00	10.922	
30				4,136.0 0	4.14	4,852.0 0	4.85	5,019.0 0	5.02	0.00	0.00		2.00	2.00	0.51	2.00	0.51	9.00	2.286	
31						4,306.5 0	4.31			0.00	0.00			0.00	0.00			14.00	3.556	
					4.12		4.40		4.25		2.27				1.72		4.63		3.83	

DAT A	PP1h(mm)																							
	ene-2013	ene-2013	feb-2013	feb-2013	mar-2013	mar-2013	abr-2013	abr-2013	may-2013	may-2013	jun-2013	jun-2013	jul-2013	jul-2013	ago-2013	ago-2013	sep-2013	sep-2013	oct-2013	oct-2013	nov-2013	nov-2013	dic-2013	
01	11.00	2.79	39.00	9.91	37.00	9.40			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00
02	4.00	1.02	0.00	0.00	13.00	3.30			16.00	4.06	0.00	0.00	42.0 0	10.6 7	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	2.03	70.00	17.78	0.00	
03	1.00	0.25	4.00	1.02	21.00	5.33			4.00	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	31.50	8.00	0.00	
04	0.00	0.00	28.00	7.11	23.00	5.84	69.00	17.53	11.00	2.79	0.00	0.00	1.00	0.25	1.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	45.50	11.56	0.00	

DAT A	PP1h(mm)																						
	ene-2013	ene-2013	feb-2013	feb-2013	mar-2013	mar-2013	abr-2013	abr-2013	may-2013	may-2013	jun-2013	jun-2013	jul-2013	jul-2013	ago-2013	ago-2013	sep-2013	sep-2013	oct-2013	oct-2013	nov-2013	nov-2013	dic-2013
05	8.00	2.03	22.00	5.59	26.00	6.60	6.00	1.52	1.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.51	2.00	0.51	0.00
06	0.00	0.00	20.00	5.08	33.00	8.38	29.00	7.37	9.00	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.00	8.13	9.00	2.29	0.00
07	13.00	3.30	10.00	2.54	2.00	0.51	5.00	1.27	5.00	1.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	4.06	9.00	2.29	0.00
08	1.00	0.25	7.00	1.78	16.00	4.06	19.00	4.83	3.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00	2.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09	0.00	0.00	42.00	10.67	17.00	4.32	16.00	4.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	22.00	5.59	50.00	12.70	63.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.00	4.32	0.00	0.00	2.00	0.51	77.50	19.69	0.00
11	61.00	15.49	47.00	11.94	7.00	1.78	100.00	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	1.52	19.00	4.83	4.00	1.02	0.00
12	1.00	0.25	25.00	6.35	0.00	0.00	1.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	3.81	0.00	0.00	20.00	5.08	51.00	12.95	0.00
13	52.00	13.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	1.02	34.00	8.64	27.00	6.86	0.00
14	0.00	0.00	20.00	5.08	0.00	0.00	4.00	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.25	11.00	2.79	2.00	0.51	0.00
15	11.00	2.79	35.00	8.89	0.00	0.00	3.00	0.76	18.00	4.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.76	115.00	29.21	10.00	2.54	0.00
16	2.00	0.51	1.00	0.25	0.00	0.00	21.00	5.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.00	4.32	23.00	5.84	0.00	0.00	0.00
17	25.00	6.35	33.00	8.38	0.00	0.00	26.00	6.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.00	5.33	20.00	5.08	0.00
18	0.00	0.00	49.00	12.45	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	6.86	1.00	0.25	31.00	7.87	0.00
19	0.00	0.00	11.00	2.79	0.00	0.00	24.00	6.10	2.00	0.51	1.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	3.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	1.00	0.25	57.00	14.48	0.00	0.00	1.00	0.25	1.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	10.16	57.00	14.48	0.00
21	8.00	2.03	9.00	2.29	0.00	0.00	1.00	0.25	1.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.76	0.00	0.00	64.00	16.26	0.00
22	20.00	5.08	37.00	9.40	0.00	0.00	5.00	1.27	8.00	2.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	4.06	23.00	5.84	0.00
23	37.00	9.40	41.00	10.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.25	17.00	4.32	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.00	5.84	0.00	0.00	0.00
25	6.00	1.52	25.00	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.00	7.11	7.00	1.78	0.00
26	6.00	1.52	42.00	10.67	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	5.08	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	4.57	21.00	5.33	16.00	4.06	0.00	0.00	0.00
27	4.00	1.02	13.00	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	2.29	4.00	1.02	25.00	6.35	0.00	0.00	0.00
28	8.00	2.03	9.00	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	1.78	0.00	0.00	70.00	17.78	35.00	8.89	0.00
29	21.00	5.33		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00	8.89	15.00	3.81	0.00
30	2.00	0.51		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.00	4.83	8.00	2.03	31.00	7.87	0.00
31	40.00	10.16		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
TOTAL	365.00		676.00		258.00		330.00		105.00		1.00		43.00		79.00		119.00		566.00		638.50		70.00

DATA	PP1h(mm)															
	ene-2014	feb-2014	mar-2014	abr-2014	may-2014	jun-2014	jul-2014	jul-2014	ago-2014	ago-2014	sep-2014	sep-2014	oct-2014	oct-2014	nov-2014	dic-2014
01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	
02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.11	
03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	6.35	1.02	
04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.00	14.22	0.76	
05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.00	13.72	4.00	1.02	0.00	

DATA	PP1h(mm)															
	ene-2014	feb-2014	mar-2014	abr-2014	may-2014	jun-2014	jul-2014	jul-2014	ago-2014	ago-2014	sep-2014	sep-2014	oct-2014	oct-2014	nov-2014	dic-2014
06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.51	0.00	0.00	0.00	1.27
07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.50	19.18	2.29	3.56
08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.00	21.08	1.78	6.10
09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	1.02	0.00	0.00	62.50	15.88	0.51	20.07
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.00	5.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	13.46
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	3.05	14.22	2.79
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.51	0.00	0.00	4.57	3.05
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	1.27	7.00	1.78	5.08	12.19
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.51	0.00	0.00	4.83	7.11
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.00	14.22	0.00	0.00	1.52	2.29
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.00	24.89	0.00	0.00	7.62	21.08
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.00	5.33	3.00	0.76	10.41	5.59
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	1.02	4.00	1.02	4.57	22.35
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.51	0.00	0.00	3.05	5.08
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.51	0.00	0.00	9.00	2.29	67.00	17.02	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.00	20.07	30.00	7.62	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	3.56	14.00	3.56	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.00	17.27	0.00	0.76
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	6.35	102.50	26.04	0.00	0.76
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.00	7.37	29.00	7.37	0.00	3.81
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.00	19.56	0.00	0.00	0.00	2.03
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.00	6.60	0.00	16.26
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.00	11.18	0.00	0.00	2.00	0.51	9.00	2.29	0.00	0.25
29	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	2.29	172.00	43.69	0.00	14.48
30	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.51	0.00	15.24
31	0.00		0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		3.30
TOTAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	73.00		26.00		490.00		851.50		65.02	192.28

DATA	PP1h(mm)																
	ene-2015	feb-2015	mar-2015	abr-2015	may-2015	jun-2015	jun-2015	jul-2015	jul-2015	ago-2015	sep-2015	sep-2015	oct-2015	oct-2015	nov-2015	nov-2015	dic-2015
01	17.78	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	226.06
02	21.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	7.62
03	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.00	9.65	0.00	0.00	0.00	9.00	2.29	0.00	0.00	43.18
04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.00	10.41	0.00	0.00	0.00	9.00	2.29	0.00	0.00	33.02
05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	1.27	2.00	0.51	0.00	0.00	2.54
06	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	1.78	79.00	20.07	0.00
07	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	1.02	92.00	23.37	0.00

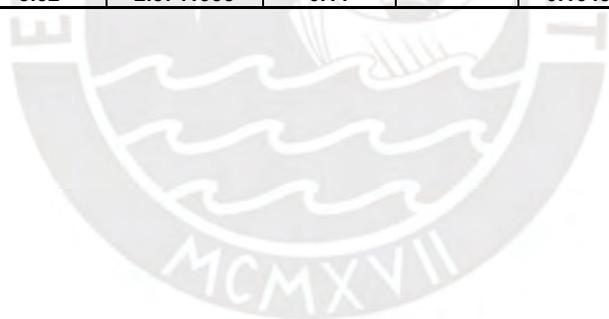
DATA	PP1h(mm)																
	ene-2015	feb-2015	mar-2015	abr-2015	may-2015	jun-2015	jun-2015	jul-2015	jul-2015	ago-2015	sep-2015	sep-2015	oct-2015	oct-2015	nov-2015	nov-2015	dic-2015
08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.51	34.00	8.64	0.00
09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	2.03	19.00	4.83	0.00
10	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	3.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	2.29	50.00	12.70	2.54
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	119.00	30.23	14.00	3.56	0.00
12	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.00	11.18	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.08
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	3.81	5.00	1.27	5.08
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	59.00	14.99	10.16
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.51	15.00	3.81	5.08
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.51	0.00	0.00	0.00	2.00	0.51	29.00	7.37	7.62
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.00	9.40	0.00	0.00	119.00	30.23	71.12
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.00	4.83	2.00	0.51	7.00	1.78	38.10
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.51	69.00	17.53	2.00	0.51	2.54
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.00	6.60	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.00	9.14	52.00	13.21	50.80
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.58
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	78.74
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129.50	32.89	19.00	4.83	2.54
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00	6.10	107.00	27.18	0.00	0.00	5.08
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	4.06	106.00	26.92	81.00	20.57	76.20
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.00	18.29	33.00	8.38	6.00	1.52	15.24
29	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	1.02	123.00	31.24	65.00	16.51	40.64
30	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	2.29	2.00	0.51	39.50	10.03	99.06
31	0.00		0.00		0.00		0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	40.00	10.16		0.00	78.74
TOTAL	48.51	0.00	0.00	0.00	0.00	39.00		83.00		0.00	195.00		861.50		830.50		975.36

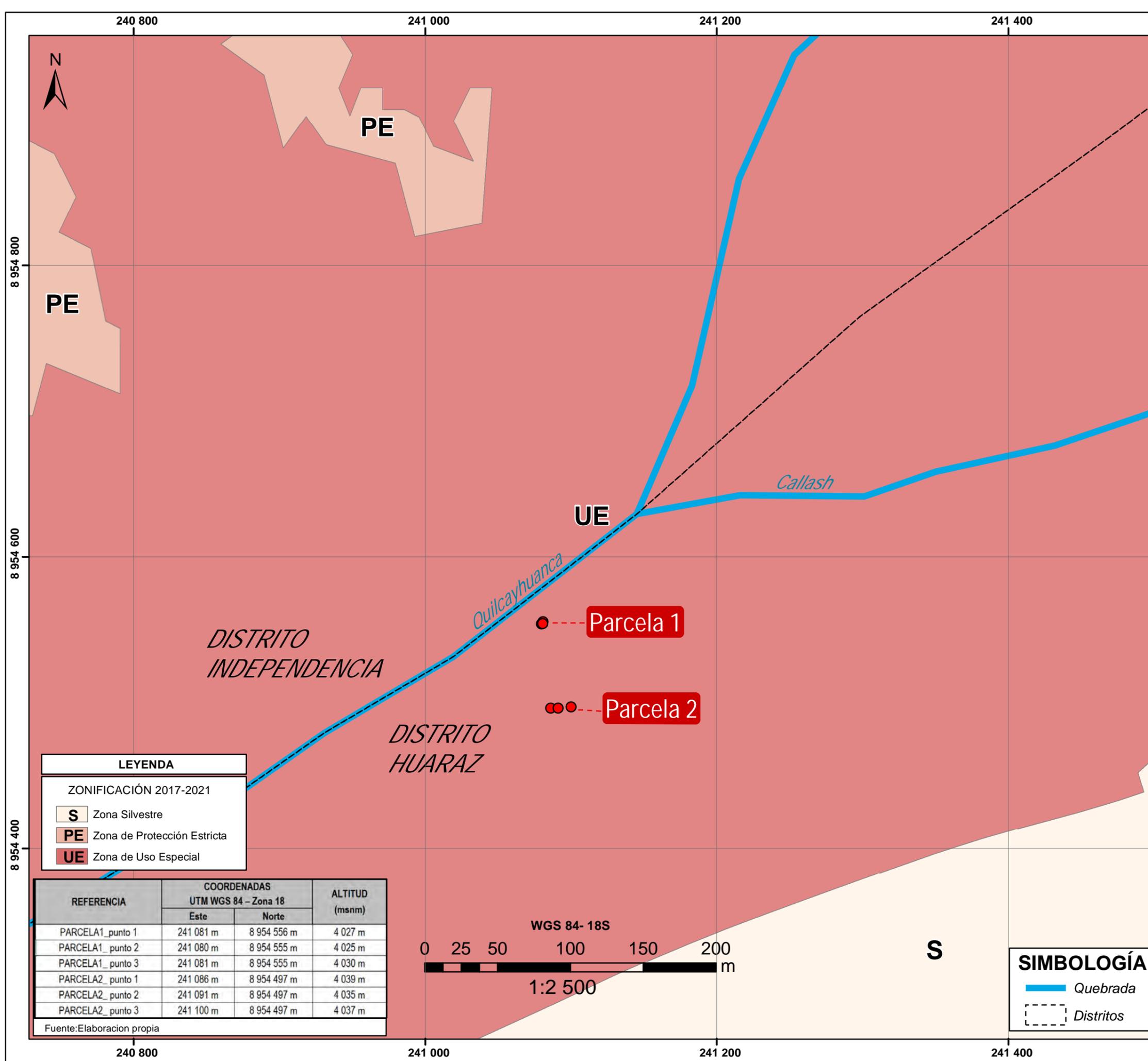
DATA	PP1h(mm)																	
	ene-2016	feb-2016	feb-2016	mar-2016	mar-2016	abr-2016	abr-2016	may-2016	jun-2016	jul-2016	ago-2016	sep-2016	sep-2016	oct-2016	oct-2016	nov-2016	nov-2016	dic-2016
01	7.62	106.00	26.92	34.00	8.64	178.00	45.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
02	0.00	29.00	7.37	113.00	28.70	84.00	21.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	1.78	0.00	0.00	83.82
03	50.80	128.00	32.51	38.00	9.65	29.00	7.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	170.18
04	0.00	58.00	14.73	4.00	1.02	2.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	124.46
05	43.18	114.00	28.96	74.00	18.80	7.00	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.16
06	50.80	173.00	43.94	133.00	33.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.80
07	0.00	0.00	0.00	116.00	29.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.78
08	0.00	17.00	4.32	161.00	40.89	37.00	9.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	121.92
09	5.08	5.00	1.27	94.00	23.88	292.00	74.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.52

DAT A	PP1h(mm)																	
	ene-2016	feb-2016	feb-2016	mar-2016	mar-2016	abr-2016	abr-2016	may-2016	jun-2016	jul-2016	ago-2016	sep-2016	sep-2016	oct-2016	oct-2016	nov-2016	nov-2016	dic-2016
10	0.00	0.00	0.00	45.00	11.43	283.00	71.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	57.00	14.48	0.00	0.00	31.00	7.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.10
12	0.00	72.00	18.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	49.50	12.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.08
14	0.00	0.00	0.00	153.00	38.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.40
15	0.00	2.00	0.51	7.00	1.78	2.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.32
16	0.00	2.00	0.51	5.00	1.27	4.00	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	6.86	0.00	0.00	0.00
17	17.78	14.00	3.56	7.00	1.78	2.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	60.96	11.00	2.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.18
19	55.88	0.00	0.00	7.00	1.78	90.00	22.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.32
20	109.22	62.00	15.75	48.00	12.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.00	4.83	0.00	0.00	0.00	0.00	170.18
21	0.00	0.00	0.00	74.00	18.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.80
22	0.00	87.00	22.10	9.00	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	213.36
23	0.00	15.00	3.81	2.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.00	5.59	0.00	0.00	0.00
24	0.00	61.00	15.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.24
25	0.00	70.00	17.78	2.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	74.00	18.80	0.00	0.00	0.00	0.00	22.86
26	7.62	121.00	30.73	16.00	4.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.56
27	0.00	97.00	24.64	64.00	16.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.88
28	119.38	220.00	55.88	113.00	28.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	1.02	0.00	0.00	68.58
29	81.50	166.00	42.16	52.00	13.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.56
30	93.00		0.00	2.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.00	11.43	0.00	0.00	1.60	0.41	48.26
31	18.00		0.00	2.00	0.51		0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	121.92

DATA	PP1h(mm)												
	ene-2017	feb-2017	mar-2017	abr-2017	may-2017	jun-2017	jul-2017	ago-2017	sep-2017	oct-2017	nov-2017	dic-2017	
01	7.40	0.00	0.40	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	
02	2.30	1.40	0.20	5.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.20	0.00	
03	3.80	6.20	7.90	7.10	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	6.20	0.00	0.00	
04	0.50	7.90	1.10	7.20	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	
05	3.70	0.00	6.00	2.10	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
06	1.80	4.70	9.50	1.10	8.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
07	7.70	12.50	9.20	0.70	1.50	0.00	0.00	0.00	1.20	12.70	1.10	0.00	
08	7.20	1.50	17.00	1.40	8.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	6.70	0.00	
09	17.60	0.20	8.20	6.70	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	7.10	1.40	11.50	4.50	8.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
11	2.60	1.90	6.10	6.90	1.20	0.00	0.00	0.00	1.00	2.10	3.10	0.00	
12	12.20	1.60	4.10	1.60	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	

DATA	PP1h(mm)											
	ene-2017	feb-2017	mar-2017	abr-2017	may-2017	jun-2017	jul-2017	ago-2017	sep-2017	oct-2017	nov-2017	dic-2017
13	6.80	0.20	4.30	0.00	0.70	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	10.30	20.40	10.80	1.20	0.70	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00
15	12.80	6.00	14.10	0.00	6.40	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
16	20.00	0.70	16.10	0.00	3.10	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.40	0.00
17	0.20	8.60	0.00	0.20	10.00	0.00	0.00	0.00	3.40	0.00	0.00	0.00
18	0.00	9.50	14.10	8.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.40	0.00
19	0.70	12.40	2.50	15.00	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.20	7.60	13.00	12.20	2.00	1.40	0.00	0.00	0.00	2.70	0.00	0.00
21	0.00	5.60	3.30	0.00	4.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	3.30	0.00
22	16.60	5.80	10.70	2.50	0.90	0.00	0.00	0.20	0.20	9.65	0.70	0.00
23	7.40	2.60	21.00	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	11.70	0.00
24	11.20	1.75	3.50	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	9.60	0.20	1.90	0.00
25	6.10	10.60	19.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.10	0.00	0.20	0.00
26	0.40	16.40	15.10	1.20	0.00	0.00	0.00	1.20	0.20	0.20	1.00	0.00
27	0.00	5.70	5.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00
28	0.00	5.90	0.90	6.00	0.70	0.00	0.00	3.70	3.50	0.00	1.20	0.00
29	0.00		12.00	0.70	0.20	0.00	0.00	0.00	3.70	12.70	0.50	0.00
30	2.40		28.10	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.20	0.70	1.10	0.00
31	0.90		2.40		1.80		0.00	0.00		0.00		0.00
	5.4806452	5.6803571	8.9419355	3.52	2.3741935	0.11		0.1645161	1.2	1.7725806	1.27	





LEYENDA

ZONIFICACIÓN 2017-2021

S	Zona Silvestre
PE	Zona de Protección Estricta
UE	Zona de Uso Especial

REFERENCIA	COORDENADAS UTM WGS 84 – Zona 18		ALTITUD (msnm)
	Este	Norte	
PARCELA1_punto 1	241 081 m	8 954 556 m	4 027 m
PARCELA1_punto 2	241 080 m	8 954 555 m	4 025 m
PARCELA1_punto 3	241 081 m	8 954 555 m	4 030 m
PARCELA2_punto 1	241 086 m	8 954 497 m	4 039 m
PARCELA2_punto 2	241 091 m	8 954 497 m	4 035 m
PARCELA2_punto 3	241 100 m	8 954 497 m	4 037 m

Fuente:Elaboracion propia

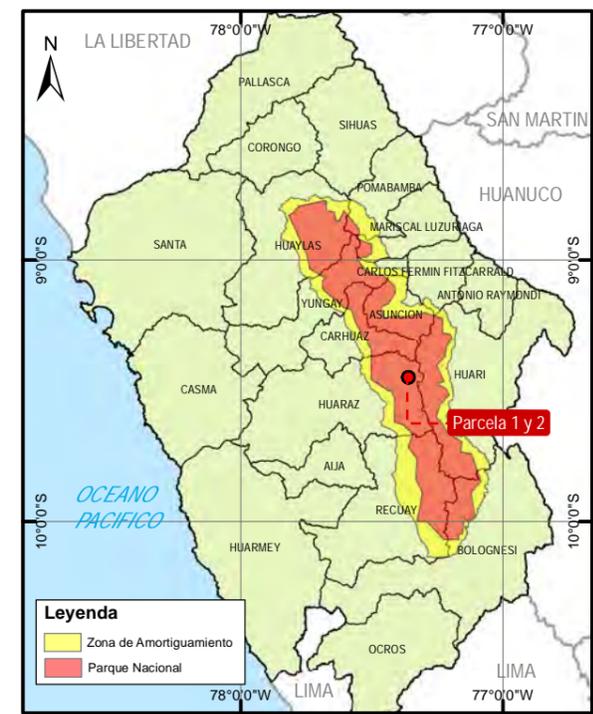


SIMBOLOGÍA

	Quebrada
	Distritos



UBICACIÓN DEPARTAMENTAL
SISTEMA COORDENADAS GEOGRAFICAS-WGS84
1:20,000,000



UBICACIÓN PARQUE NACIONAL HUASCARÁN
SISTEMA COORDENADAS GEOGRAFICAS-WGS84
1:3,000,000

TÍTULO: "RELACIÓN ENTRE LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN Y LA VULNERABILIDAD FRENTE AL EFECTO DE DISMINUCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSO HÍDRICO, QUEBRADA QUILCAYHUANCA, PARQUE NACIONAL HUASCARÁN"			
MAPA: UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO			
ELABORADO: MAYLHI GRETA QUISPE PALOMINO			
FUENTE: INEGI, SERNANP, MINAM			
DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:	FORMATO:
ANCASH	HUARAZ	HUARAZ	A3
COORDENADAS:	ESCALA:	N° MAPA:	
WGS 84 -18S	1:2 500	01	