



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en
Glaciares y Ecosistemas de Montaña

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la consolidación del Mar de Grau”

GLACIARES EN EXTINCIÓN

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA CORDILLERA LA RAYA

CUSCO - PUNO

INFORME TECNICO N° 23



Oscar Vilca

Cordillera La Raya.

Huaraz, Octubre de 2016



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en
Glaciares y Ecosistemas de Montaña

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la consolidación del Mar de Grau”

MINISTERIO DEL AMBIENTE

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE
MONTAÑA - INAIGEM**

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES

**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA CORDILLERA
LA RAYA**

PROFESIONALES RESPONSABLES QUE PARTICIPARON EN EL INFORME:

Ing. Jaime Rosales Pereda.

Ing. Luzmila R, Dávila Roller.

Ing. Oscar Vilca Gómez.

Ing. Víctor Manuel Uribe Córdova.



Índice

1	CAPÍTULO I - Generalidades	5
1.1	Introducción	5
1.2	Antecedentes	5
1.3	Objetivo	5
1.4	Ubicación	6
1.5	Acceso	8
1.6	Fecha de trabajo	8
2	CAPÍTULO II – Metodología del diagnóstico	8
2.1	Equipos y Materiales	8
2.1.1	Equipos	8
2.1.2	Materiales	9
2.2	Descripción de actividades	9
2.2.1	Actividades previas	9
2.2.2	Actividades de campo	9
2.2.3	Actividades de gabinete	10
3	CAPÍTULO III – Caracterización física	10
3.1	Geología y geomorfología	10
3.2	Glaciología	12
3.3	Recursos hídricos	13
3.4	Ecosistemas	14
4	CAPÍTULO IV – Resultados	15
4.1	Glaciares	15
4.1.1	Situación actual	15
4.1.2	Escenarios futuros	16
4.2	Recursos hídricos	19
4.2.1	Uso actual del recurso hídrico	19
4.3	Ecosistemas	20
4.3.1	Identificación de ecosistemas de montaña	20
4.3.2	Degradación de los ecosistemas de montaña	22
4.4	Riesgos	24
4.4.1	De origen glaciar	24



4.4.2 Origen hídrico	24
4.5 Percepción social, económica y ambiental relacionada al recurso hídrico.....	24
4.5.1 Recursos hídricos.....	25
4.5.2 Económicas.....	25
4.5.3 Social.....	26
4.5.4 Necesidades	31
5 CAPÍTULO VI – Conclusiones y Recomendaciones	31
5.1 Conclusiones	31
5.2 Recomendaciones	32
BIBLIOGRAFÍA	33
GLOSARIO DE TÉRMINOS	34



1 CAPÍTULO I - Generalidades

1.1 Introducción

El presente diagnóstico tiene como objetivo principal evaluar las condiciones y características actuales de los glaciares en la Cordillera La Raya, que como consecuencia del cambio climático viene experimentando un acelerado proceso de deglaciación, incidiendo también en la alteración de los ecosistemas y la disminución de la disponibilidad del recurso hídrico. Así mismo, se obtuvo información directamente de la población, sobre la percepción de los nuevos escenarios y medidas de adaptación frente al cambio climático.

El INAIGEM realizó la estimación de las superficies glaciares en la Cordillera La Raya en base a imágenes satelitales del 2015 resultando 2.3 km², HIDRANDINA S.A. a partir de fotografías aéreas de 1970 estimó una superficie de 11.3 km²; por lo tanto en 45 años se han perdido 9 km² lo que representa una disminución del 80%. De mantenerse esta tendencia los glaciares en esta cordillera están en camino a su pronta extinción.

Frente al problema de la disminución de la cobertura glaciaria se debe fortalecer la investigación aplicada en materia de glaciares, variabilidad climática, impactos en los ecosistemas y recursos hídricos; otro aspecto importante es la investigación de los impactos antrópicos ocasionados por la quema de pastos en los ámbitos cercanos a los glaciares.

1.2 Antecedentes

La Cordillera La Raya según el inventario realizado con fotos aéreas de 1970 contaba con una superficie de 11.3 km² (Hidrandina, 1988), su mayor aporte hídrico se concentra hacia la cuenca del Urubamba (Cusco) y en proporción menor a la cuenca Pucará (Puno), perteneciente a la vertiente del Atlántico y Titicaca respectivamente.

El INAIGEM realizó una estimación con imágenes satelitales del 2015 y los resultados señalan que los glaciares se han reducido a 2.3 km², quedando solamente el 20% del total de la Cordillera La Raya respecto al año 1970.

1.3 Objetivo

Evaluar las condiciones y características actuales de los glaciares en extinción de la Cordillera La Raya.

Evaluar la condición de los cuerpos de agua, aporte hídrico y ecosistemas de montaña.



Obtener información de las perspectivas de la población acerca del cambio climático, retroceso glaciar y medidas de adaptación.

1.4 Ubicación

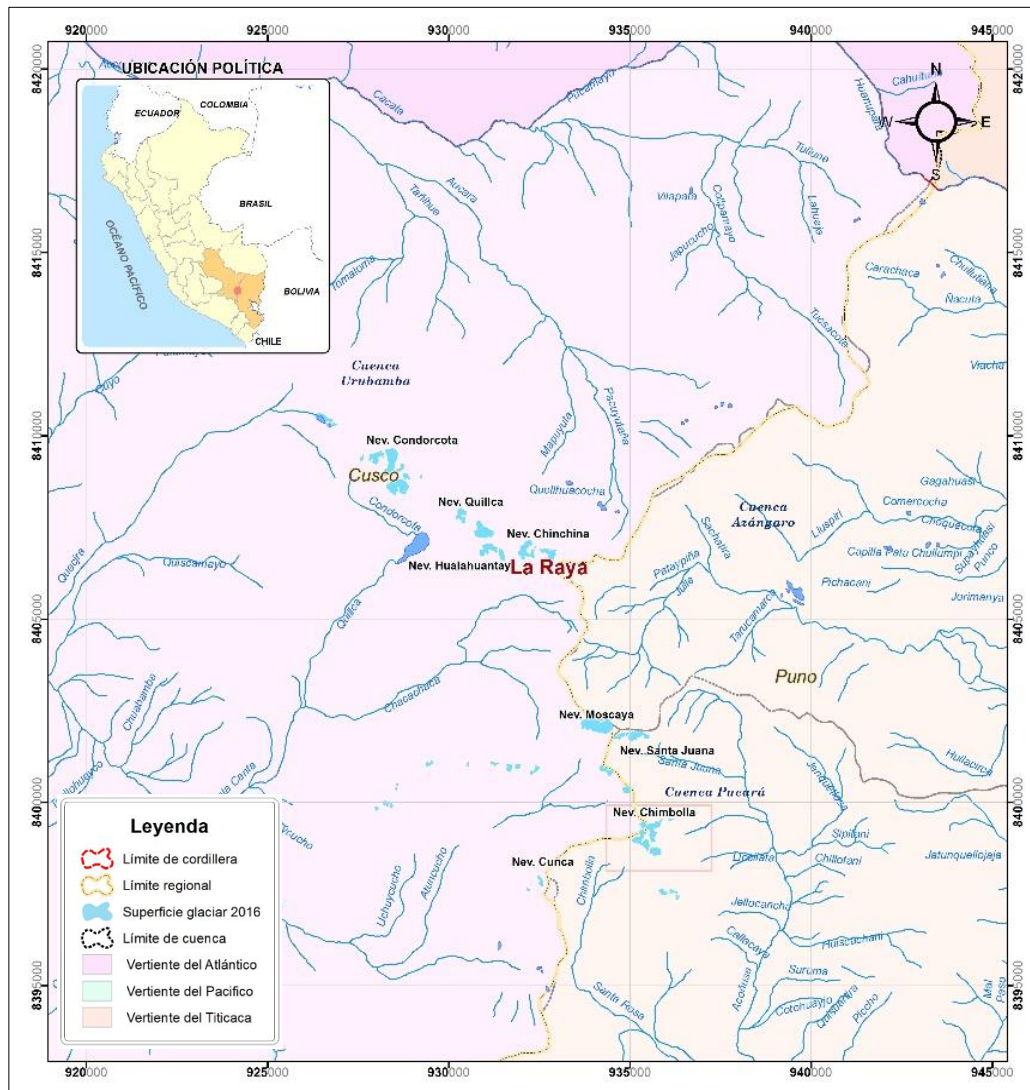
La Cordillera La Raya, está situada en inmediaciones del nudo de Vilcanota; se extiende aproximadamente en 15 km de longitud, en dirección noroeste, se encuentra entre las divisorias del departamento de Puno y Cusco, encuadrado entre los 14° 20' -14° 33' de latitud sur y 70° 48' - 71° 02' de longitud oeste.

Hidrográficamente se ubica en la cuenca del río Urubamba de la Vertiente del Amazonas, así como las cuencas Azángaro y Pucará pertenecientes a la vertiente del Titicaca.

Políticamente abarca la jurisdicción de los distritos de Maranganí y Layo dentro de las provincias de Canchis y Canas del departamento de Cusco y el distrito de Santa Rosa en la provincia de Melgar del departamento de Puno.



“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la consolidación del Mar de Grau”



Mapa N° 1: Ubicación de los glaciares de la Cordillera La Raya.



1.5 Acceso

Para llegar a la Cordillera La Raya, se realizó el siguiente itinerario:

Cuadro N° 1: Recorrido y distancias.

Recorrido	Distancia (km)	Distancia en tiempo	Modo de transporte	Tipo de vía
Sicuani - Aguas Calientes	30	00:40	Vehicular	Asfaltada
Sicuani - Quebrada Quillca	40	01:30	Vehicular	Asfaltada - Trocha

El acceso a la Cordillera La Raya, es por la carretera asfaltada Cusco – Puno, luego por trocha carrozable hasta inmediaciones de la quebrada Quillca y Atuncucho, este último con acceso relativamente cercano al glaciar Chimbolla debido al camino construido por la minera que explota en la zona.

1.6 Fecha de trabajo

La visita a campo se realizó del 15/09/2016 al 19/09/2016.

2 CAPÍTULO II – Metodología del diagnóstico

Para la realización de éste diagnóstico se emplearon:

- Entrevistas con autoridades y pobladores del ámbito.
A autoridades políticas como el alcalde del distrito de Occobamba de la provincia de la Convención Cusco, en la persona del Sr. Víctor Condori Aroni, pobladores del valle y trabajadores del “Centro Experimental La Raya” de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC).
- Inspección visual en campo de los glaciares en la Cordillera La Raya.
- Reconocimiento de las principales zonas de riesgo de origen glaciar e hídrico.
- Caracterización del medio físico en campo.

2.1 Equipos y Materiales

2.1.1 Equipos

Se utilizaron equipos para medición de la calidad del agua, aforos de caudales, registros fotográficos y audiovisuales:

- Multiparámetro
- Correntómetro electromagnético



- Cámara fotográfica
- GPS

2.1.2 Materiales

- Cuestionario de preguntas sobre percepción social en el tema de escasez hídrica y cambio climático, así como testimonios de medidas de adaptación realizadas.

2.2 Descripción de actividades

2.2.1 Actividades previas

Se programó realizar el diagnóstico preliminar de la situación actual de la Cordillera La Raya, denominada “Glaciares en extinción”.

- **Establecer objetivos generales.**
- **Identificar zonas de estudio**, utilización de criterios de diagnóstico (Subcuenca y microcuenca)
- **Definir estrategias**, técnicas, de evaluación de glaciares, metodologías para conocer la percepción social, económica y ambiental de los pobladores (aliados), Generar documentos de presentación oficial y establecer medios de cooperación interinstitucional.
- **Definir recorridos**, vías de acceso y formas de aproximación a las zonas de interés, generación de mapas de recorrido.

2.2.2 Actividades de campo

Establecidos los procedimientos y conociendo la realidad en las zonas de estudio, se replanteo y organizó las actividades de campo e incluso las visitas oficiales a las instituciones públicas.

- **Inspección del entorno** (Aproximación a los puntos de interés de la Cordillera Chila).
- **Reconocimiento y caracterización de la zona de estudio** (Recorrido en el entorno, toma de muestras de los elementos de los ecosistemas existentes y medición de la calidad del agua).
- **Toma de fotografías con acercamientos a zonas de interés** (Obtención de imágenes insitu, que permitan reflejar la situación actual del objeto de estudio,



como la laguna, los glaciares, etc. Evaluando posibilidades de nuevos estudios, que permitan plantear nuevos proyectos de adaptación ante el cambio climático y escasez hídrica a las autoridades tomadoras de decisiones).

- **Realización de entrevistas** (Reuniones con integrantes de las juntas de usuarios de agua en los centros poblados en zonas de interés).

2.2.3 Actividades de gabinete

Para la obtención y elaboración del informe final, se consideró los siguientes procedimientos:

- Revisión de información acopiada, material fílmico y fotográfico, entrevistas a las autoridades y pobladores beneficiarios.
- Procesamiento de información.
- Elaboración del informe.

3 CAPÍTULO III – Caracterización física

3.1 Geología y geomorfología

La Cordillera La Raya es una cadena montañosa situada al noroeste del altiplano peruano entre los departamentos de Cusco y Puno. Se extiende unos 60 km en dirección este. El drenaje de los ríos es hacia el Océano Atlántico y la cuenca del Lago Titicaca. Geomorfológicamente corresponde a la unidad Puna montañosa, caracterizada por presentar crestas que han sido labradas por erosión glaciar. Así mismo, se presentan algunas montañas aisladas (Aucara y Chinchina), las cuales han sido esculpidas por glaciares en rocas del grupo Mitu (Ver Figura N° 1).

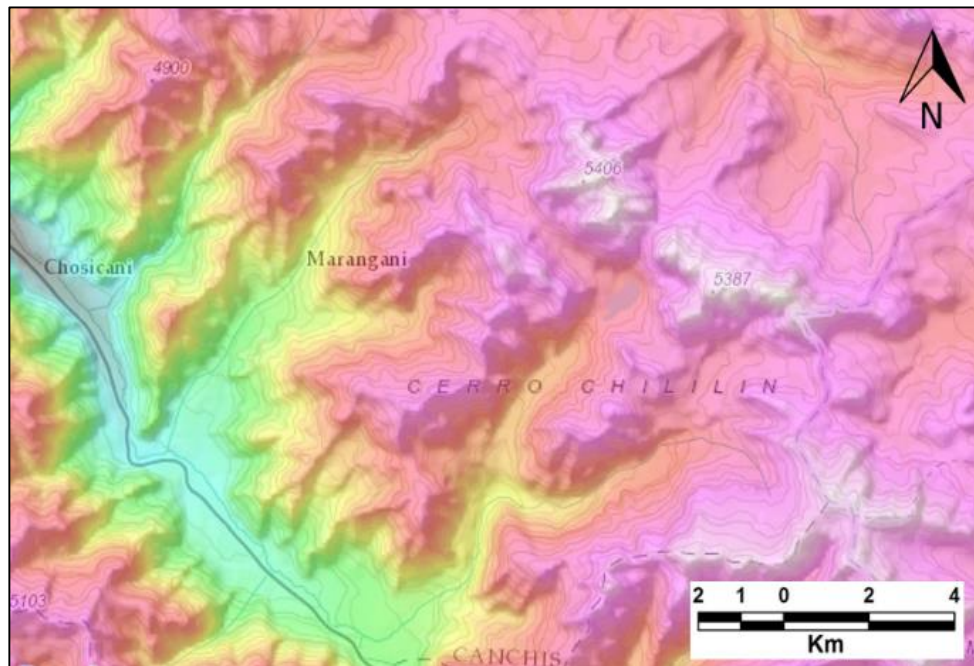
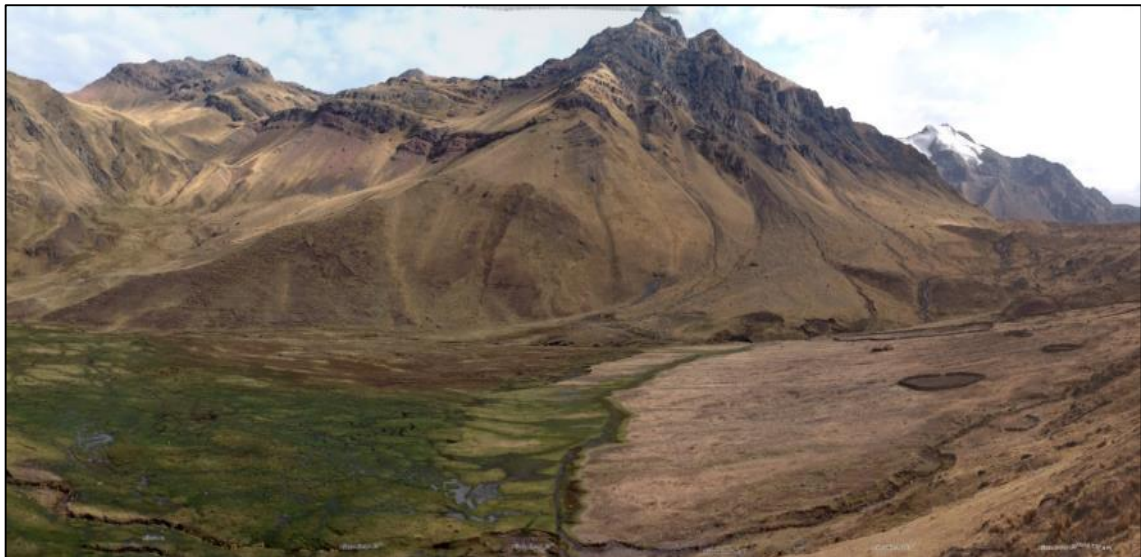


Figura N° 1: Los glaciares son un componente hídrico fundamental en el comportamiento ambiental de cuencas hidrográficas que vierten sus aguas hacia las vertientes del Pacífico, Atlántico y del lago Titicaca; y se distribuyen en 19 cordilleras glaciares agrupadas.

En la base de la cadena cordillerana, se presenta cobertura fluvial y aluvial, caracterizado por abanicos aluviales de gran extensión (Ver Fotografía N°1).

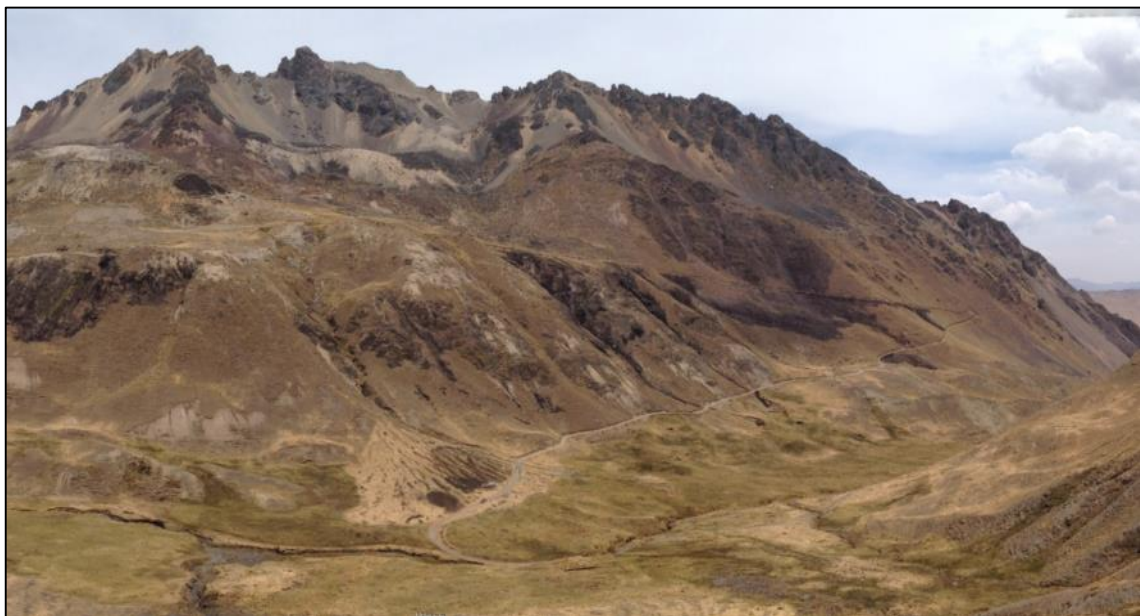


Fotografía N° 1: Vista fotográfica donde se observa la Cordillera La Raya y en la base, planicies aluviales de importante extensión.

Litológicamente se observa una secuencia sedimentaria en la base, constituida por lutitas grises intercaladas con areniscas oscuras. Sobre yaciendo nos encontramos con

una secuencia volcánico-sedimentaria con predominancia de andesitas violáceas y riódacitas. Finalmente como basamento de las zonas glaciares, se presentan afloramientos de microgranitos gris rosado a verdoso, y que es difícil diferenciarlas de los afloramientos del grupo Mitu.

Estructuralmente la zona de estudio presenta fuerte actividad tectónica, evidenciada en secuencias estratificadas inclinadas y falladas con dirección preferente SE-NO, de tipo normal. Existe una segunda zona de falla, con dirección NE, cortando al Sinclinal de Sicuani (Ver Fotografía N° 2).



Fotografía N° 2: Vista panorámica de la Cordillera La Raya donde se aprecia las características geológicas locales.

3.2 Glaciología

La Cordillera La Raya está situada en la confluencia de los ramales oriental y occidental de los Andes del Sur.

Los glaciares están dentro del rango de tamaño menor o igual a 1 km² distribuidas en 2 cuencas hidrográficas (Pucará – vertiente del Titicaca y Urubamba – vertiente del Atlántico), la mayor cantidad de glaciares se encuentra en la cuenca Urubamba. Sin embargo, dentro de la cordillera Huanzo la cuenca de Camaná contiene la mayor superficie glaciaria. La orientación predominante de los glaciares es de Sur a Suroeste con más del 72%, considerando que los glaciares se confinan entre laderas de montaña, con pendientes entre 25% – 50%



3.3 Recursos hídricos

Las unidades hidrográficas para el diagnóstico de la Cordillera La Raya son la cuenca Urubamba que tiene como principal drenaje al río Vilcanota (Cusco) y las cuencas Azángaro y Pucará que se ubican en la región hidrográfica del Titicaca (Puno).

Según la codificación de cuencas empleando la metodología de *Pfafstetter*, la cual fue adoptada como oficial por el Perú en el 2008, las Unidades Hidrográficas del ámbito de evaluación son tres tal como se detalla en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2: Jerarquización de unidades hidrográficas según la codificación Pfafstetter.

Nivel 1	4	Región Hidrográfica del Amazonas
Nivel 2	49	Cuenca Alto Amazonas
Nivel 3	499	Cuenca Ucayali
Nivel 4	4994	Cuenca Urubamba
Nivel 1	0	Región Hidrográfica del Titicaca
Nivel 2	01	Unidad hidrográfica 01
Nivel 3	018	Cuenca Pucará
Nivel 1	0	Región Hidrográfica del Titicaca
Nivel 2	01	Unidad hidrográfica 01
Nivel 3	019	Cuenca Azángaro

Fuente: Adaptado de la unidad hidrográfica según Otto Pfafstetter, ANA.



“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la consolidación del Mar de Grau”

La divisoria hidrográfica coincide con el límite entre los departamentos Cusco y Puno, esta encuentra atravesando parte importante de la Cordillera La Raya. (Ver figura N° 2)

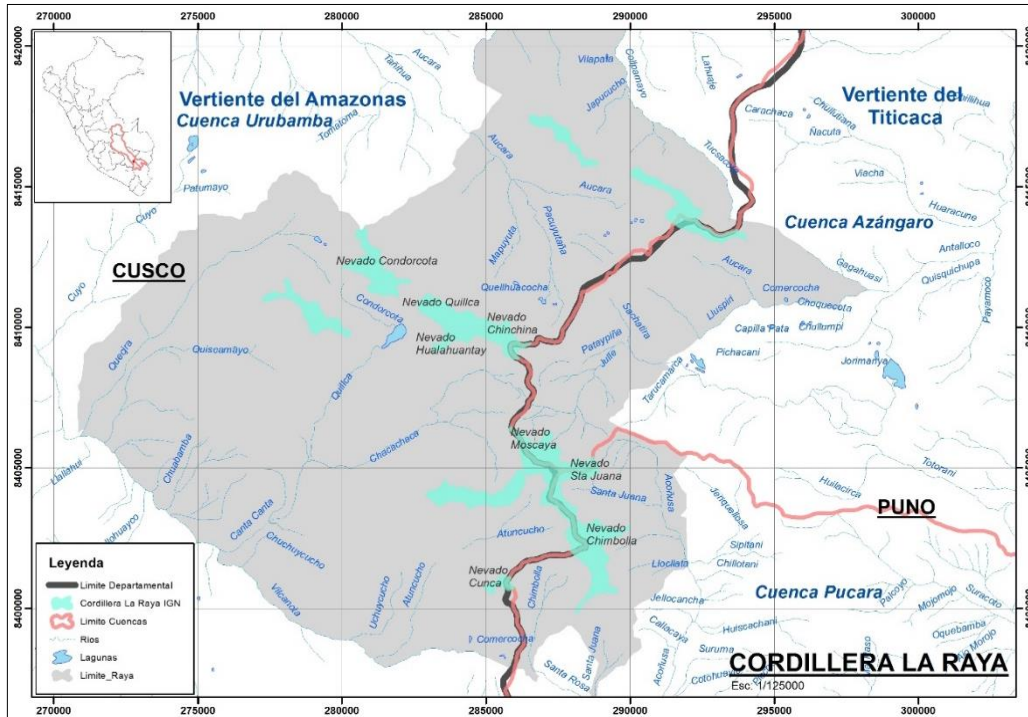


Figura N° 2: Mapa de ubicación de la Cordillera La Raya.

3.4 Ecosistemas

Los ecosistemas encontrados en la Cordillera La Raya son:

Cuadro N° 3: Ecosistemas identificados preliminarmente en la cordillera La Raya.

Ecosistema	Grupo	Leyenda
Humedal	Lagunas	Una sola laguna de origen glaciar
	Bofedales	Bofedales entre el glaciar y la laguna, en el recorrido de la quebradas
Pradera nativa	Pajonal de Puna	Conformado mayormente por Ichu

Se recorrieron dos quebradas de la margen derecha, Atuncucho y Quilca, se han tomado datos preliminares in situ sobre la calidad del agua, con lo cual se han seleccionado puntos en donde se pueden realizar monitoreos programados. En el Cuadro N°4 se muestra los puntos identificados y resultados de la calidad de agua.

Cuadro N° 4: Puntos identificados y monitoreados de calidad de agua

N°	Punto Identificado	Punto de muestreo	Elevación	Coordenadas UTM (WGS 84)		Calidad de agua			T° (°C)
				X	Y	pH	CE (uS/cm)	OD (mg/l)	
1	Tributario1 - cabecera quebrada	V - 1	4 673	285580	8402712	5,45	278	5,52	10,07



“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la consolidación del Mar de Grau”

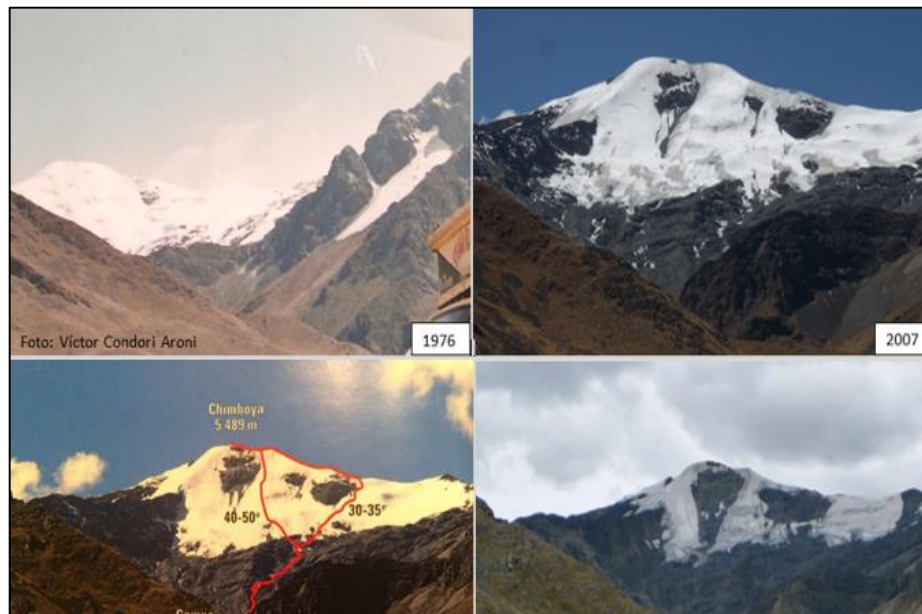
2	Tributario2 - cabecera quebrada	V - 2	4 671	285549	8402702	5,95	395	5,33	10,24
3	Bofedal margen derecha	V - 3	4 654	284557	8402532	6,01	291	5,57	13,37
4	Desembocadura al río Alto Vilcanota	V - 4	4 249	281989	8398532	5,35	324	5,25	9,71
5	Entrada Laguna Occobamba	V - 5	4 714	281535	8409972	6,27	334	5,62	12,03
6	Laguna Occobamba	V - 6	4 703	281430	8409339	6,20	423	5,46	12,25
7	Salida Laguna Occobamba	V - 7	4 701	281255	8409179	6,64	214	5,36	12,75
8	Cocha Cushuro	V - 8	4 513	279941	8407718	6,64	390	5,01	8,96
9	Salida Bofedal 1	V - 9	4 492	279742	8407688	6,80	654	4,60	6,86
10	Tributario quebrada 1	V - 10	4 293	278813	8405255	6,65	388	4,89	10,80
11	Tributario quebrada 2	V - 11	4 297	278849	8405228	6,82	132	4,49	9,67
12	Unión de tributarios	V - 12	4 289	278856	8405177	7,01	488	4,77	11,12
*	V= subcuenca Alto Vilcanota.								

4 CAPÍTULO IV – Resultados

4.1 Glaciares

4.1.1 Situación actual

En la inspección se constató que la cobertura glaciar en la Cordillera La Raya, está considerablemente disminuida, por ejemplo el Chimbolla, glaciar que se encuentra entre los departamentos de Cusco y Puno, tiene un retroceso marcado y el impacto paisajístico es notorio, especialmente para los pobladores que han vivido por décadas en esa zona, (Ver Fotografías N°s 3 y 4).





Fotografía N° 4: Glaciar Chimbolla - Cordillera La Raya al 2016. Fuente: INAIGEM.

Los cambios que se muestran en las fotografías son evidentes, en la primera fotografía de 1976 se observa una cobertura de masa glaciár considerable en el Chimbolla, sin embargo 31 años después (2007) el cambio es significativo, habiéndose perdido gran parte de su cobertura glaciár y dividiendo en dos partes la lengua glaciár hacia la quebrada.

4.1.2 Escenarios futuros

Las pequeñas coberturas glaciáres en la Cordillera La Raya, se encuentran reducidas a fragmentos menores a 1 km² y acentuados en lugares con sombra.

El glaciar Chimbolla, en los años 70 presentaba una superficie de 0.46 km²; al 2016 0.033 km², lo que significa que existe sólo un 7% de superficie glaciár, evidencia clara que permite afirmar la situación crítica de la masa glaciár. (Ver Figuras N° 3 y 4).

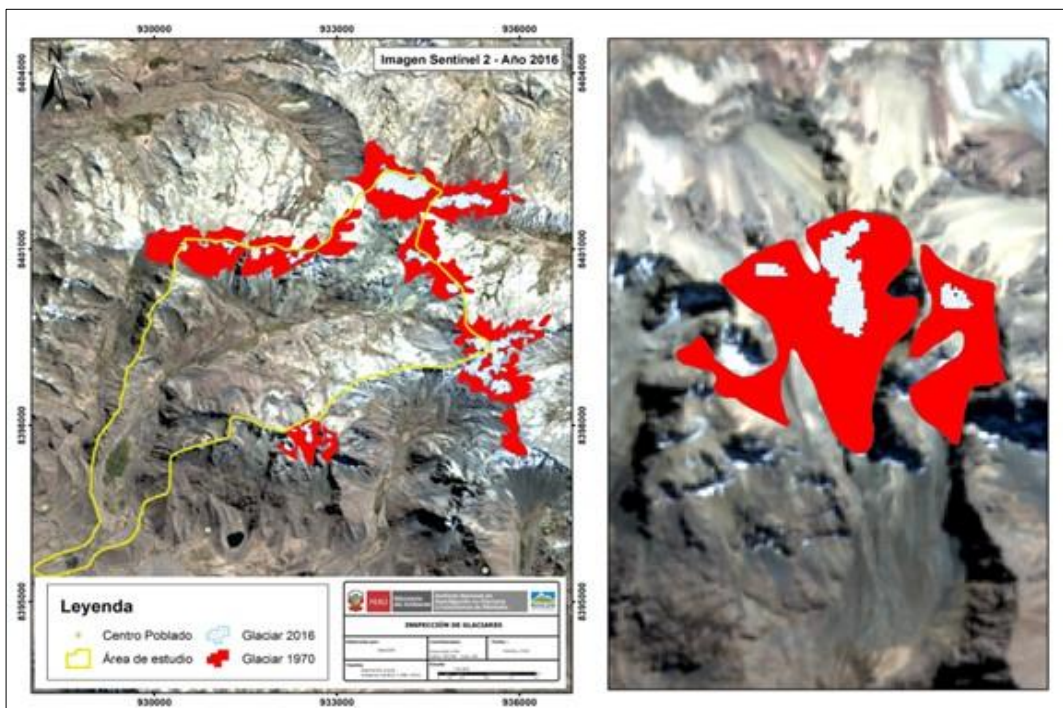


Figura N° 3: Muestra de la superficie glaciar desde 1970 al 2016 – Glaciar Chimbolla - Cordillera la Raya.

Se constató la presencia de actividad minera en las zonas próximas al glaciar, esta actividad amenaza la existencia de la cobertura glaciar dado que instalaron una conexión de tuberías para el abastecimiento de agua al campamento.

Al 2015, la superficie más representativa de los cuerpos de hielo en la Cordillera La Raya se muestra en la Figura N° 7 con un área total de 2.19 km² y de esto el área de estudio representa 1.07 km² donde mayormente aportan sus aguas hacia la laguna Quillca. Las condiciones son bastante negativas para estos cuerpos de agua debido al tipo de actividades como la minería que impactan y amenazan la permanencia por mayor tiempo de dichos cuerpos de hielo.

También se observa los glaciares fragmentados en la cabecera de la laguna Quillca, donde la reducción del glaciar también es importante en algo más de 40 años. Se estima que la tasa de deglaciación y pérdida de estos glaciares se incrementará en el tiempo a consecuencia del cambio climático y variaciones climáticas extremas.



“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la consolidación del Mar de Grau”

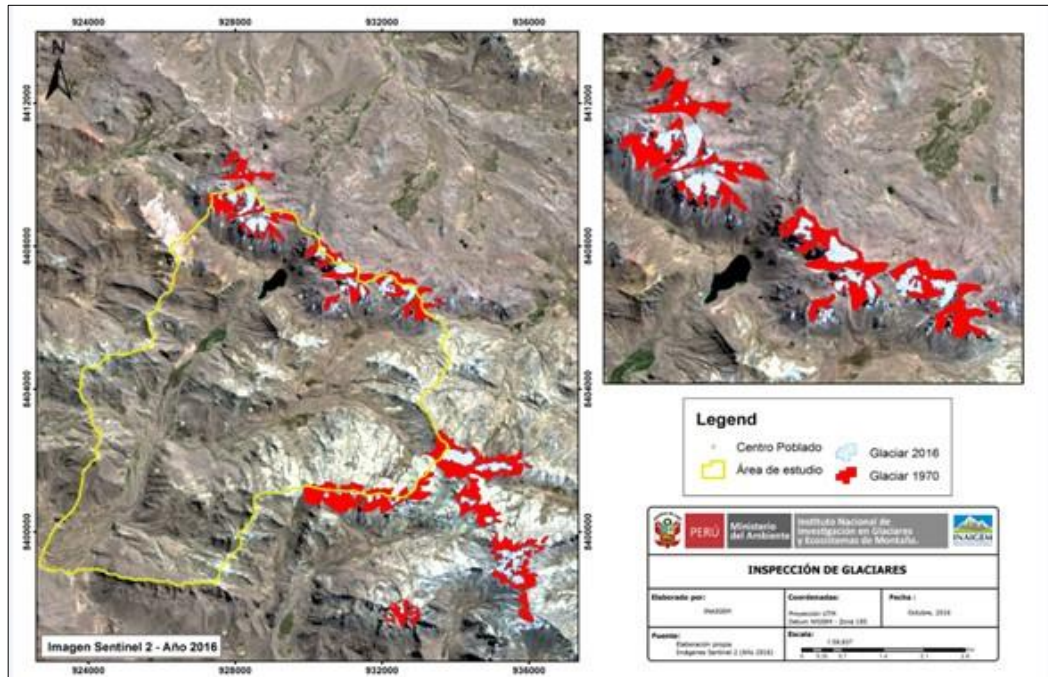


Figura N° 4: Cambio de la cobertura glaciar desde 1970 al 2016 – Cordillera la Raya.

Se conoce que en 1970 se contaba con una superficie de 11.3 km², al 2015 el INAIGEM ha estimado una superficie de 2.3 km², sin embargo se confirmó en el terreno que las pérdidas son mayores.

4.2 Recursos hídricos

Mediante un análisis en gabinete se ha identificado y delimitado nueve microcuencas directamente dependientes de la escorrentía glaciar en los años 70 (Ver Figura N° 5). Esta delimitación nos orienta a enfocarnos y priorizar áreas determinadas de estudio como son la microcuenca Quillca y Atuncucho.

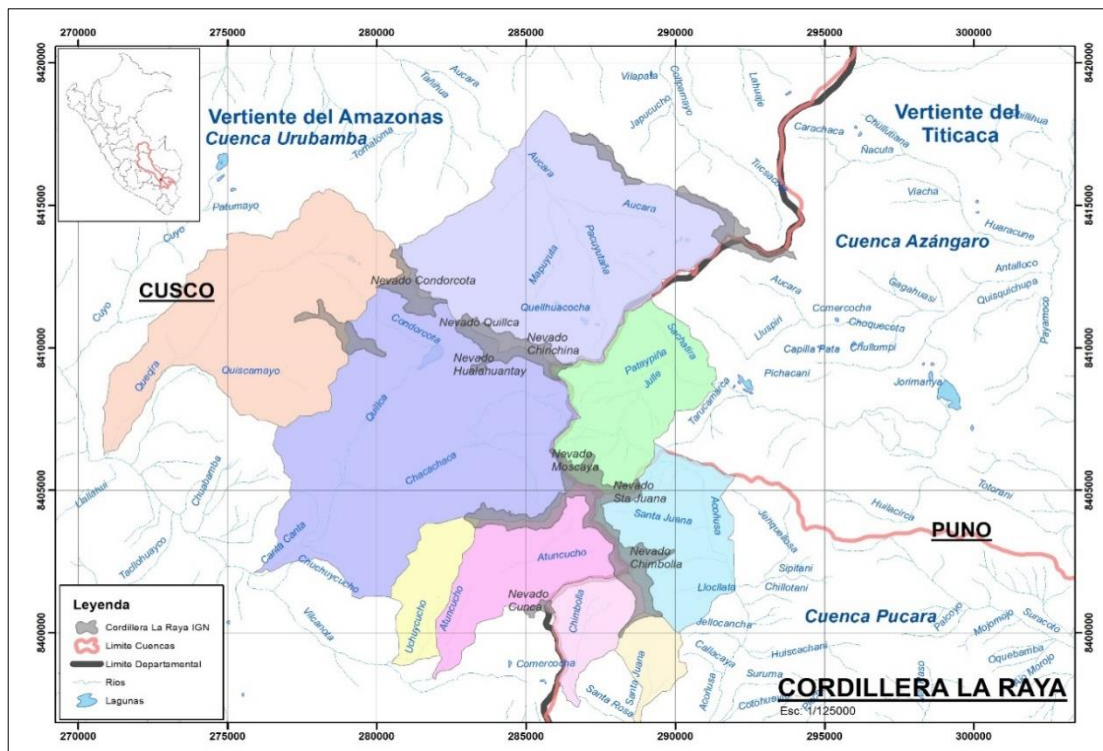


Figura N° 5: Mapa de microcuencas con impacto directo ante la extinción de los glaciares en el ámbito de la Cordillera La Raya.

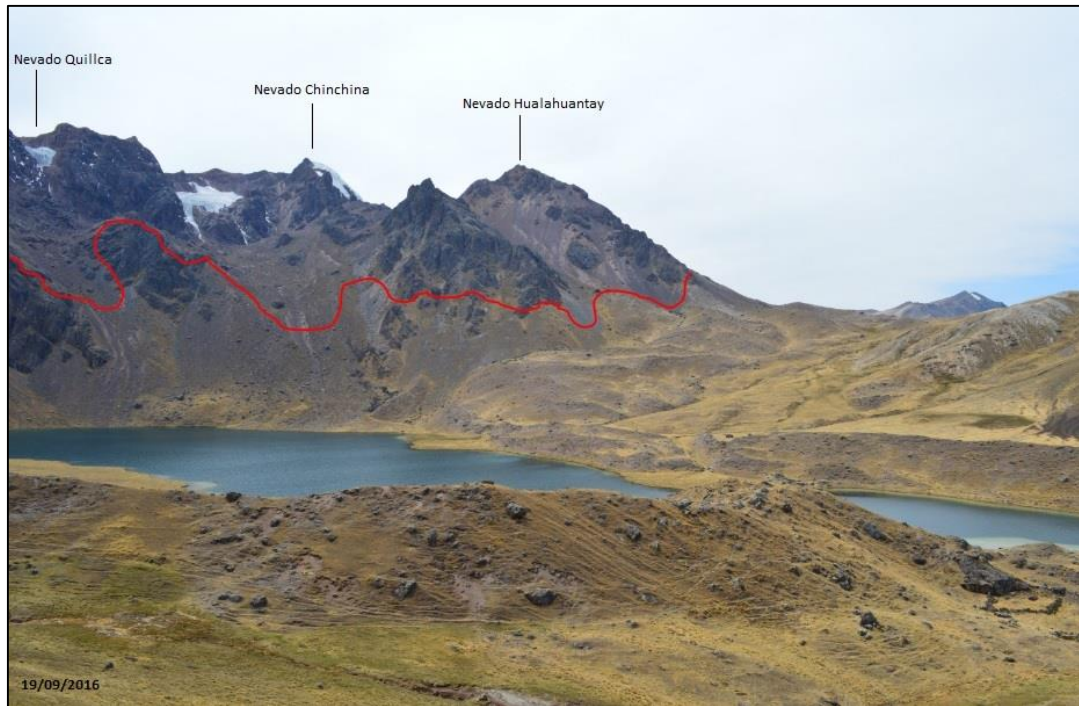
Las alteraciones en el régimen hídrico a consecuencia de la desaparición de los glaciares en los últimos años se agudizo, existe desabastecimiento de agua en época de estiaje, principalmente en los ríos Aucara, Quecgra, Canta, Atuncucho y Acoñusa.

4.2.1 Uso actual del recurso hídrico

El uso del recurso hídrico está ligado principalmente a actividades pecuarias y agrícolas, se observó el riego de grandes zonas de pastoreo a lo largo de la quebrada, también la captación de agua para consumo poblacional y en las partes bajas a la agricultura.

La microcuenca Quillca se considera una de las más afectadas dentro del ámbito, dado que su fuente principal de abastecimiento hídrico consistía en las aguas provenientes de los nevados Condorcota, Quillca, Chinchina y Hualahuantay, este último

completamente extinto (Ver Fotografía N° 5). Parte de este sistema hidrológico lo conforma la laguna Quillca que en la actualidad recibe el aporte del nevado Condorcota



Fotografía N° 5: Los nevados ubicados en la cabecera de la microcuenca Quillca. Se observa el nevado Hualahuantay sin cobertura nival. En línea roja los límites aproximados de los glaciares en 1970. con caudales promedio de 10 l/s en temporada de estiaje (Ver fotografía N° 6).

La microcuenca Atuncucho, actualmente en posesión de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, también resultó afectada por la extinción de los glaciares ubicados en los nevados Moscaya, Santa Juana y Chimbolla, en la actualidad quedan relictos glaciares con escasa cobertura nival y coloración oscura del polvo impregnado sobre el hielo aspecto que acelera aún más los procesos de fusión, a todo ello se suma la costumbre arraigada de los pobladores que en temporada de estiaje realizan la quema de pastos en superficies extensas (Ver fotografía N° 7).

4.3 Ecosistemas

4.3.1 Identificación de ecosistemas de montaña

Los ecosistemas identificados en las quebradas (Yana Khuchilla y Qilqa) en la margen derecha de la subcuenca de Alto Vilcanota en la Cordillera La Raya, de los departamentos de Cusco y Puno, son dos ecosistemas, que se muestran en los Cuadros N° 5 y 6.

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la consolidación del Mar de Grau”



Fotografía N° 6: Nevado Condorcota, principal aportante hídrico a la laguna Quillca, en la imagen se observa los límites aproximados que alcanzaban los frentes glaciares en 1970.



Fotografía N° 7: Nevado Santa Juana y Chimbolla vista desde el interior de la microcuenca Atuncucho.

**Cuadro N° 5: Ecosistemas identificados en la quebrada Yana Khuchilla - Subcuenca Alto Vilcanota – 2016.**

N°	Ecosistema		Lugar	Coordenadas	
				X	Y
1	HUMEDALES	Bofedales	Parte alta	284508	8402229
			Parte media	282446	8400129
2	PRADERAS NATIVAS	Pajonal	Margen derecha e izquierda de la quebrada		

Cuadro N° 6: Ecosistemas identificados en la quebrada Qillqa - Subcuenca Alto Vilcanota – 2016.

N°	Ecosistema		Lugar	Coordenadas	
				X	Y
1	HUMEDALES	Lagunas/Cochas	Laguna Qillqa	281430	8409339
		Bofedales	Parte alta	279941	8407718
			Parte media	279196	8406870
2	PRADERAS NATIVAS	Pajonal	Ambas márgenes de la quebrada		

Calidad de agua

Con respecto a los puntos de monitoreo de calidad de agua en las quebradas con origen en los glaciares de Yana Khuchilla y Qillqa, de la Cordillera La Raya, afluentes en la margen derecha del río Alto Vilcanota, se realizaron mediciones de la calidad del agua in situ con el uso del multiparámetro. En el Cuadro N°3 mostramos los puntos identificados y resultados de la calidad de agua.

4.3.2 Degradación de los ecosistemas de montaña

Según los tipos de servicios ecosistémicos definidos por (MINAM, 2014), el primer servicio ecosistémico que brindan las quebradas de Atuncucho (Yana Khuchilla) y Qillqa es el de **provisión de recurso hídrico** de buena calidad química, para agua potable de la población de Occobamba y Aguas Calientes (quebrada Qillqa); en segundo lugar está el recurso para la ganadería de camélidos y agricultura, una parte asociada a la **regulación hídrica** generada por los nevados de la Cordillera La Raya aportantes a los bofedales y los pajonales (Ver Fotografía N°8); un tercer servicio potencial a explotar es el cultural o de turismo en sus diferentes formas; y el cuarto servicio integral es el de soporte que representa para todo el ecosistema.

**Fotografía N° 8: Los bofedales en la quebrada Quillca.**

De igual manera, a lo largo del recorrido de las quebradas no se ha detectado zonas de peligro visible, solo que en la desembocadura de la quebrada Qillqa cercana al centro turístico de aguas calientes se encontró una cantera con taludes inestables, de fuerte pendiente y zonas de derrumbes. Estos factores constituyen potenciales peligros para la provisión de los servicios ecosistémicos de esta microcuenca. En el Cuadro N°7 se identifican zonas de peligro que requieren estudiarse.

Cuadro N° 7: Zonas de peligro que requieren estudio.

N°	Zonas de peligro potencial	Elevación	Coordenadas UTM (WGS 84)	
			Este (x)	Este (x)
1	Área de explotación informal de material para carretera que puede ocurrir deslizamiento	4075	276995	8401355

4.4 Riesgos

4.4.1 De origen glaciar

Los riesgos asociados a fenómenos de origen glaciar como aluviones y/o avalanchas, en la Cordillera La Raya, son un riesgo clasificado como muy bajo, ya que las masas glaciares actuales no representan peligro, y solo se observan lenguas glaciares de poco volumen y muy localizadas. Se ha observado que el basamento rocoso cubierto anteriormente por glaciares ha generado una gran cantidad de zonas inestables de caída de roca muy localizada, producto de exposición prolongada a la erosión y abrasión glaciar (Ver Fotografía N°9).



Fotografía N° 9: Vista panorámica en los alrededores de la laguna Qillqa, donde ya no hay cobertura glaciar, exponiendo roca altamente fracturada, que genera zonas de caída de roca localizada.

4.4.2 Origen hídrico

Los ríos y lagunas que se forman en la Cordillera La Raya, han disminuido considerablemente sus caudales y volúmenes respectivamente, debido a las alteraciones climáticas de los últimos años.

Los materiales sedimentados en la base de los valles glaciares, forman coberturas tipo bofedal de gran extensión, estos podrían originar inestabilidad en las laderas de los valles fluviales, y generar deslizamientos.

4.5 Percepción social, económica y ambiental relacionada al recurso hídrico

“Año tras año vemos que hay menos agua, la nieve ya no dura mucho tiempo como antes, ahora se derriten muy rápido, cada vez hay menos hielo arriba, ahora sentimos como quema el sol, el calor a veces es insoportable al medio día, y por las noches el



frío también es muy fuerte, las heladas nos congelan hasta dentro de nuestras casas”, es la versión de un poblador de Occobamba que resume los cambios percibidos en el clima, cabe resaltar la apreciación que sienten los pobladores ante el incremento en los extremos de la temperatura ambiental.

4.5.1 Recursos hídricos

Como es característico en las zonas alto andinas, la cantidad del recurso hídrico depende de la estacionalidad en las precipitaciones, en la actualidad los glaciares todavía aportan agua a las microcuencas y junto a los bofedales cumplen la función de reguladores naturales del agua especialmente en los meses de estío (mayo – agosto).

En la entrevista realizada al Sr. Víctor Condori Aroni, alcalde de Aguas Calientes – Occobamba, quien al mismo tiempo trabaja en el centro experimental de la UNSAAC – La Raya, menciona que en los últimos años hay ausencia significativa de las precipitaciones, igualmente menciona que la temperatura está muy alterada en la zona de Occobamba y Aguas Calientes, esta versión es apoyada con registros de precipitación y temperatura que de manera personal lleva en inmediaciones de su domicilio.

El Sr. Fraid Mamani, personal a cargo de la crianza de alpacas en el CIP La Raya menciona que hay problemas en la producción pecuaria, las heladas se sienten más intensas y también hay mucho calor de día, y que esto va en aumento desde hace más de 10 años.

Los pobladores de Occobamba, se han visto con problemas en la disminución de los caudales, y como medida de adaptación han propuesto la construcción de una represa en la laguna Quillca que les permita garantizar por un tiempo más la cantidad y calidad del agua.

4.5.2 Económicas

La actividad económica principal es la ganadería, principalmente con la crianza de camélidos sudamericanos (alpacas y llamas) (Ver Fotografía N°10) la importancia de esta actividad es tal que ha sido objeto de programas de investigación y estudio por el Instituto de Investigaciones del Trópico y Altura de la Universidad de San Marcos (IVITA) por varias décadas, con apoyo de la Cooperación Suiza, Neozelandesa, Norteamericana y Canadiense, en convenio con la Universidad Nacional Técnica del Altiplano (UNTA), así como en las mismas comunidades campesinas de Macusani.

Las principales actividades económicas que realizan los habitantes de los poblados aledaños y que utilizan agua proveniente de la Cordillera La Raya se muestra en el Cuadro N°8.

Cuadro N° 8: Actividades productivas que se desarrollan en la Cordillera La Raya.

Actividad	¿Qué producen?
Ganadería	Ovejas, Vacuno, Llama, Vicuña y Alpaca (Carne y Lana)
Agrícola	Papa, Habas, Maíz, Cereales, Alverja, Quinoa, hortalizas en general.
Turismo	Artesanías de lana de alpaca, oveja, llama y vicuña, aguas termales.



Fotografía N° 10: Centro experimental de UNSAAC - La Raya - Cusco.

4.5.3 Social

La quema de pastos es una costumbre arraigada en los pueblos andinos, constituye una amenaza para los ecosistemas y un potencial factor de fusión para los glaciares; existe la ‘Creencia’ de que la quema renovará los pastos. Esta actividad se hace finalizando la época seca (agosto – septiembre) precisamente cuando la vegetación está seca, en estos meses los vientos son más fuertes y se convierte en un agente que se encarga de dispersar las cenizas en todo el ámbito, las partículas en suspensión también llegan a los glaciares. Los habitantes desconocen las graves consecuencias



de las emisiones de CO₂, el esparcimiento de partículas de cenizas y el efecto perjudicial que esto ocasiona en los glaciares (Ver Fotografías N° 11, 12 y 13).



Fotografía N° 11: Quema de pastos en inmediaciones del nevado Chimbolla en la microcuenca Atuncucho.



Fotografía N° 12: Quema de pastos en inmediaciones del nevado y laguna Quillca.



Fotografía N° 13: La quema de pastos en grandes superficies es una actividad que aún se realiza todos los años antes de la época de lluvias.



La minería artesanal es otra actividad económica que se desarrolla en inmediaciones de la Cordillera La Raya, (Ver Fotografía N°14). En el caso de Atuncucho se observó que en la actualidad están realizando labores de extracción, para ello han realizado la construcción de un acceso hasta las zonas más altas de la cabecera de cuenca. Esta actividad convive de forma paralela con la ganadería en el mismo ámbito; se desconoce de estudios de impacto ambiental realizados para la extracción de minerales, pero preliminarmente se advierte que de expandirse esta actividad pondría en serio peligro a los glaciares que aún quedan y la calidad del agua (Ver Fotografía N° 15 y 16).



Fotografía N° 14: Labores mineras en el ámbito de la Cordillera La Raya.

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la consolidación del Mar de Grau”



Fotografía N° 15: Personal de seguridad de la mina que cuida celosamente su área de concesión.



Fotografía N° 16: El campamento minero se abastece de agua mediante una tubería extendida a lo largo de 2.5 Km. aprox., desde inmediaciones de uno de los frentes glaciares del Nevado Chimbolla.

Como acciones de adaptación ante el déficit hídrico se han realizado trabajos de siembra y cosecha de agua impulsadas básicamente por instituciones del gobierno y ONG's regionales; se constató la existencia de zanjas de infiltración en laderas, la construcción de canales de riego para pastos, trabajos impulsados por el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (PER IMA) que a la fecha viene realizando las gestiones para la construcción de un dique para embalsar la laguna Quillca, todas estas acciones se realizan en conjunto con las poblaciones aledañas (Ver Fotografía N° 17).



Fotografía N° 17: Se observan trabajos de excavación para zanjas de infiltración en laderas.

4.5.4 Necesidades

La población de Occobamba es consciente que su necesidad principal es el agua y están impulsando la construcción del dique para el represamiento de la laguna Quillca.

5 CAPÍTULO VI – Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- El INAIGEM realizó la estimación de superficies glaciares en la Cordillera La Raya en base a imágenes satelitales del 2015 obteniendo un área de 2.3 km²; HIDRANDINA S.A. en base a fotografías aéreas de 1970 estimó una superficie de 11.3 km². Por lo tanto, en 45 años se perdió un 80% de superficie glaciar, de



mantenerse esta tendencia los glaciares en esta cordillera estarían próximos a desaparecer en un corto plazo.

- Las alteraciones en el régimen hídrico a consecuencia de la desaparición de los glaciares se agudiza en los últimos años, el desabastecimiento de agua en temporada de estiaje afecta principalmente a los ríos Aucara, Quecjra, Canta, Atuncucho y Acoñusa. De continuar con esta tendencia las actividades económicas serían severamente afectadas.
- Los habitantes de las zonas aledañas a la Cordillera La Raya realizaron acciones de adaptación como la siembra y cosecha de agua, a través de la construcción de zanjas de infiltración, canales de riego de pastos y proyectos de represamiento en marcha.
- La calidad de agua en el ámbito de la Cordillera La Raya, microcuencas Quillca y Atuncocha, se encuentra en un rango de pH de 5.35 a 7.01 y la temperatura varía de 6.87 a 13.3°C.
- Existe alta frecuencia en la quema de pastos en ámbitos cercanos a los glaciares.

5.2 Recomendaciones

- Se debe incidir en la construcción de pequeños diques de represamiento en zonas estratégicas para contener agua en temporada de lluvia, las principales zonas son las lagunas y en las zonas encañonadas del valle.
- Realizar estudios e investigaciones de la evolución de los glaciares en el ámbito de la Cordillera La Raya, estos estudios deben ser aplicados a los planes de adaptación, para evitar el deterioro de ecosistemas como los bofedales y manantiales de la zona.
- Investigar la variabilidad climática y sus impactos en los recursos hídricos, a fin de determinar escenarios para concretar acciones de adaptación.
- Priorizar investigaciones en formación de “espejos de agua” para el almacenamiento del agua en “depresiones naturales” mediante el levantamiento de diques formando pequeñas cochas para cultivo del *Nostoc sp* (Cushuro), y riego de pastos naturales y de los mismos bofedales.
- Realizar investigaciones sobre los impactos de la quema de pastos en los glaciares.
- Realizar investigaciones sobre el impacto de la minería en los glaciares y los ecosistemas de montaña, así como en la cantidad y calidad del recurso hídrico.



BIBLIOGRAFÍA

- ANA, U. . (2014). *Inventario de Glaciares de las Cordilleras Huanzo, Ampato y Chila*. Huaraz.: UGRH - ANA.
- CARE Perú. (2012). *Análisis de la capacidad y vulnerabilidad climática en la subcuenca Chucchun*. Huaraz: CARE.
- CARE Perú. (2014f). *Determinación de áreas, especies y aptitud forestal en base a la vulnerabilidad al cambio climático de la subcuenca Chucchún provincia de Carhuaz – Ancash*. Huaraz: CARE.
- CARE Perú. (2015a). *Estudio de suelos, capacidad de uso mayor y peligros geodinámicos de la subcuenca Chucchún*. Huaraz: CARE.
- Francou & Pouyaud. (2004 - a). Métodos de observacion de glaciares en los Andes tropicales. *Curso 1:Definiciones – Fluctuaciones - Balance de masa - Dinámica - Balance mensual*.(23), 29.
- Hidrandina. (1988). *Inventario de Glaciares del Perú*. Huaraz: CONCYTEC.
- INEI. (2007). *Censo poblacional* . Lima: INEI.
- IPCC. (2001). Glosario de Terminos: Anexo B, Tercer Informe de Evaluación. *IPCC*, 198.
- MINAM. (2014). *Guía Nacional de Valoración Economica del Patrimonio Natural*. Lima: MINAM.
- MINAM. (2015). *Mapa Nacional de Cobertura Vegetal*. Lima: MINAM.
- Morales, B. (2014). *Volculario Tecnico en Investigación en Glaciares / INAIGEM*. Huaraz: INAIGEM.
- Morales., E. G. (2016). *Informe de Presentación (Plan de Manejo Ambiental y Plagas)*. Arequipa.: PSI - Ministerio de Agricultura.
- National Snow and Ice Data Center, (NSIDC - NASA). (2012). All about Glaciers: The Life of a Glacier; Glaciers Glosary. *NSIDC: NASA Earth Observatory Reference: Global Warming.*, 1.
- Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos. (2010). *Inventario de Glaciares de la Cordillera Blanca*. Huaraz: UGRH.



Zamaripa, M. (2010). *Apuntes de topografía*. Madrid: Facultad de Estudios Superiores Aclatan.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ÁREA DE ABLACIÓN.- Es el área de un glaciar donde predominan los procesos que propician la pérdida de masa, por fusión o sublimación. (National Snow and Ice Data Center, (NSIDC - NASA), 2012).

ÁREA DE ACUMULACIÓN.- Es el área de un glaciar donde predominan los procesos que favorecen la ganancia de masa, por precipitación en forma de nieve, redistribución eólica de la cubierta nival o avalanchas, donde las condiciones topográficas son favorables.

DEGLACIACIÓN.- Retroceso o disminución de la cobertura de hielo del glaciar de una montaña. Investigaciones recientes confirman la deglaciación en muchos lugares del mundo, incluyendo las zonas polares. En nuestro país se viene confirmando el registro de deglaciación en la Cordillera Blanca durante las últimas décadas.

DESLIZAMIENTO.- Ruptura y desplazamiento de pequeñas o grandes masas de suelos, rocas, rellenos artificiales o combinaciones de éstos, en un talud natural o artificial. Se caracteriza por presentar necesariamente un plano de deslizamiento o falla, a lo largo del cual se produce el movimiento que puede ser lento o violento, y por la presencia de filtraciones.

EROSIÓN.- Desintegración, desgaste o pérdida de suelo y/o rocas como resultado de la acción del agua y fenómenos de intemperismo.

FALLA GEOLÓGICA.- Grieta o fractura entre dos bloques de la corteza terrestre, a lo largo de la cual se produce desplazamiento relativo, vertical u horizontal. Los procesos tectónicos generan las fallas.



FARALLÓN GLACIAR.- Frente glaciar que termina en forma abrupta en paredes de hielo de decenas de metros de altura (Morales, 2014).

GEODINÁMICA.- Proceso que ocasiona modificaciones en la superficie terrestre por acción de los esfuerzos tectónicos internos (geodinámica interna) o esfuerzos externos (geodinámica externa).

GLACIAR.- Masa de hielo en movimiento formada en las cimas de las montañas durante periodos climáticos glaciares.

INUNDACIONES.- Desbordes laterales de las aguas de los ríos, lagos y mares, cubriendo temporalmente los terrenos bajos, adyacentes a sus riberas, llamadas zonas inundables. Suelen ocurrir en épocas de grandes precipitaciones, marejadas y maremotos (tsunami).

MONITOREO.- Proceso de observación y seguimiento del desarrollo y variaciones de un fenómeno, ya sea instrumental o visualmente, y que podría generar un desastre.

MORRENAS.- Son acumulaciones de detritos que el glaciar tritura en su recorrido pendiente abajo y que los acumula en el frente glaciar y en sus flancos, denominándose morrena frontal, morrena lateral, morrena de fondo o morrena media (Morales, 2014).

MOVIMIENTO GLACIAR.- Desplazamiento por efecto de la carga de nieve anual que tienen en la zona de acumulación, por gravedad de la constitución de su masa como un cuerpo semi plástico y por la pendiente misma del sub suelo, tienen un movimiento continuo cuya velocidad es diferente de acuerdo a su posición, potencia glaciar y altura. (Morales, 2014).

PELIGRO.- Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología.



QUEBRADA.- Designación local a los valles glaciares de la Cordillera Blanca (Morales, 2014).

RIESGO.- Evaluación esperada de probables víctimas, pérdidas y daños a los bienes materiales, la propiedad y economía, para un periodo específico y área conocidos, de un evento específico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad. El riesgo, el peligro y la vulnerabilidad se expresan en términos de probabilidad, entre 1 y 100.

RIESGOS DE LOS GLACIARES.- Por el movimiento continuo de los glaciares y dependiendo de su posición y masa glaciar pueden ocasionar catástrofes graves como el caso de los aluviones de lagunas glaciares vaciadas por avalanchas de hielo. (Morales, 2014).

SISMO.- Liberación súbita de energía generada por el movimiento de grandes volúmenes de rocas en el interior de la Tierra, entre su corteza y manto superior, y se propagan en forma de vibraciones a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externo o interno de la Tierra.

VALLE EN FORMA DE U.- Valle que muestra en su perfil la forma de una “U” labrada por erosión de los glaciares antiguos (Morales, 2014).

VALLE GLACIAR.- Valle que muestra la acción de la erosión glaciar en su superficie y que puede o no tener glaciares en su parte superior (Morales, 2014).

VARIABILIDAD CLIMÁTICA.- Estado medio del clima a escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa). (IPCC, 2001).

VULNERABILIDAD.- Grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser: física, social, económica, cultural, institucional y otros.