



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 HUANZO

CUSCO – AREQUIPA - APURIMAC

INFORME TECNICO N° 24



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
HUANZO**

PROFESIONALES RESPONSABLES:

Ing. Luzmila R, Dávila Roller.

Ing. Oscar Vilca Gómez.

Ing. Jaime Rosales Pereda.

Ing. Víctor Manuel Uribe Córdova.



Índice

1	CAPÍTULO I - Generalidades	4
1.1	Introducción	4
1.2	Antecedentes	4
1.3	Objetivos	4
1.4	Ubicación	5
1.5	Recorrido, acceso y distancias	5
2	CAPÍTULO II – Metodología del diagnóstico	6
2.1	Equipos y Materiales	6
2.1.1	Equipos	6
2.1.2	Materiales	6
2.2	Descripción de actividades	6
2.2.1	Actividades Previas	6
2.2.2	Actividades de Campo	7
2.2.3	Actividades de Gabinete	7
3	CAPÍTULO III – Caracterización física	7
3.1	Geología y geomorfología	7
3.2	Glaciología	9
3.3	Recursos hídricos	10
3.4	Ecosistemas	10
4	CAPÍTULO IV – Resultados	11
4.1	Glaciares	11
4.1.1	Situación actual	11
4.1.2	Escenarios Futuros	13
4.2	Recursos hídricos	15
4.2.1	Uso actual del recurso hídrico	17
4.3	Ecosistemas	18
4.3.1	Identificación de Ecosistemas de montaña	18
4.4	Riesgos	19
4.4.1	Origen Glaciar	19
4.4.2	Origen Hídrico	20
4.5	Percepción social, económica y ambiental relacionada al recurso hídrico	20
4.5.1	Recursos hídricos	21
4.5.2	Económicas	22
4.5.3	Social	22
4.5.4	Necesidades	23
5	CAPÍTULO VI – Conclusiones y Recomendaciones	23
5.1	Conclusiones	23
5.2	Recomendaciones	24
	BIBLIOGRAFÍA	25
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	26



1 CAPÍTULO I - Generalidades

1.1 Introducción

El INAIGEM, a través de la Dirección de Investigación en Glaciares, tiene como función el monitoreo de los Glaciares a nivel nacional, siendo uno de los principales problemas el cambio climático ante cuya influencia los glaciares tropicales están camino a la extinción, como es caso de la Cordillera Huanzo situada entre los departamentos de Arequipa, Cusco y Apurímac, situación que a la vez originará la disminución de la oferta hídrica y el incremento de riesgos por los posibles flujos de sedimentos desde las laderas de las montañas hacia las cuencas aguas abajo. Para tal efecto se conformó un equipo multidisciplinario en forma conjunta con la Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña para realizar un diagnóstico rápido de la situación actual de la cordillera en mención.

Los objetivos del diagnóstico actual han sido evaluar las condiciones de los cuerpos de hielo, el aporte hídrico y las funciones de los ecosistemas de montaña; así como conocer la percepción de las autoridades y pobladores involucrados directamente en la problemática de la escasez del recurso hídrico, y los procesos de adaptación que vienen asumiendo.

Según el inventario de 1970 la superficie glaciar de la Cordillera Huanzo era de 36,9 km², actualmente según estimaciones del INAIGEM se cuenta con una superficie de 3,8 km² al 2015, es decir en un periodo de 45 años, la pérdida de área glaciar es de 33,1 km² equivalente al 90%, lo que significa que en un período de tiempo no muy lejano se quede sin cobertura glaciar.

Respecto a la percepción social del proceso de deglaciación, es evidente el malestar de la población debido a que esta situación, puede generar futuros conflictos sociales con respecto a los diferentes usos del agua. Por su parte, los humedales (bofedales) como ecosistemas altamente vulnerables, presentan problemas de manejo por sobrepastoreo que reducen la cobertura vegetal, y también los proyectos mineros presentes en la Cordillera Huanzo, pueden generar la degradación de los ecosistemas en su afán por extraer agua.

1.2 Antecedentes

La cordillera Huanzo, considerada como parte de los Andes Centrales del Perú, en 1970 contaba con una superficie glaciar de 36,9 km² (Hidrandina, 1988), al 2010 se tenía una superficie de 4,51 km² (ANA, 2014), al 2015 se perdió 0,71 km², significando una pérdida del 15,7% en tan sólo 5 años; estos datos muestran que a medida que pasa el tiempo las pérdidas de hielo y nieve son más significativas y en los próximos años es posible la pérdida total de la cobertura glaciar en la cordillera Huanzo.

1.3 Objetivos

Evaluar las condiciones y características actuales de la cobertura glaciar en la Cordillera Huanzo.

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

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

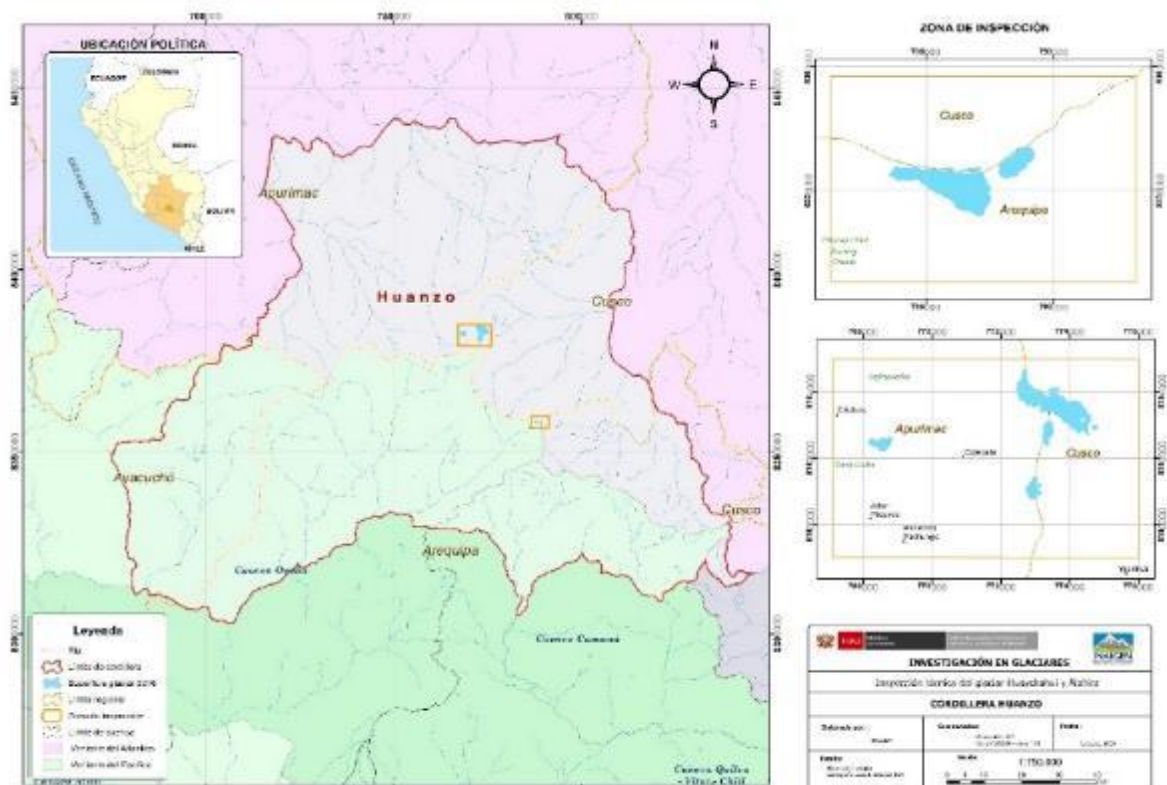
1.4 Ubicación

Geográficamente la Cordillera Huanzo está comprendida en las coordenadas 14°12' – 15°00' de Latitud Sur y 72°11' – 72°34' de Longitud Oeste con orientación NO-SE (Hidrandina, 1988), extendiéndose a lo largo de aproximadamente 50 km en pequeños grupos de montañas nevadas.

Hidrográficamente se ubica en las cuencas Ocoña y Camaná en la región hidrográfica del Pacífico y la Intercuenca Alto Apurímac en la región hidrográfica del Amazonas. Políticamente abarca la jurisdicción de las provincias de Parinacochas (Ayacucho), La Unión y Condesuyos (Arequipa), Chumbivilcas (Cusco) y Antabamba (Apurímac) (Vertiente del Atlántico).

Políticamente abarca la jurisdicción de las provincias de Parinacochas (Ayacucho), La Unión y Condesuyos (Arequipa), Chumbivilcas (Cusco) y Antabamba (Apurímac).

(Ver Mapa N°1)



Mapa N°1: Ubicación de la Cordillera Huanzo

1.5 Recorrido, acceso y distancias

Para llegar a la Cordillera Huanzo, se realizó el siguiente recorrido:

El acceso a la Cordillera Huanzo, es por carretera asfaltada de 904 km partiendo desde Lima hasta la ciudad de Abancay, para luego continuar por una carretera de 190 km hasta el centro poblado de Culipampa (Prov. La Unión - Arequipa), este último con tramos que se encuentran asfaltados (45%) y trocha carrozable (55%). Desde allí se toma el acceso Culipampa – Proyecto Azuca (Empresa Minera Hochschild) de 174 km, que corresponde a una trocha carrozable hasta la base de los glaciares Atashira y Huaychahui.

Cuadro N° 1: Recorrido y Distancias



Recorrido	Distancia en (km)	Distancia en tiempo (hr)	Medio de transporte	Tipo de vía
Abancay - Iscahuaca	150	02:30	Vehicular	Asfaltada
Iscahuaca – Culipampa (Huarcaya)	40	01:30	Vehicular	Asfaltada/Trocha
Culipampa (Huarcaya) – Proyecto Azuca	190	3:00	Vehicular	Trocha carrozable

El acceso a la Cordillera Huanzo, es por carretera asfaltada en su mayor parte, luego desde la comunidad de Iscahuaca, el trayecto es por trocha hasta el centro poblado de Culipampa, donde se estableció el campamento y de donde se reorganizó todo para desplazarnos a la cordillera.

La visita a la Cordillera Huanzo se realizó entre del 26 al 28 de setiembre del 2016.

2 CAPÍTULO II – Metodología del diagnóstico

Para la realización de éste diagnóstico se emplearon:

- Entrevistas a pobladores del ámbito.
- Inspección visual en campo
- Reconocimiento de las principales zonas de riesgo de origen glaciar e hídrico.
- Describir las características físicas de las zonas en estudio.

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, son los siguientes:

1. Multiparámetro
2. Correntómetro
3. Cámaras fotográficas
4. Equipos de montaña y campismo
5. Equipos de comunicación (radios, etc.)
6. GPS Navegadores
7. Brújula electrónica

2.1.2 Herramientas para conocer la percepción social

1. Encuestas para conocer la percepción social relacionada al recurso hídrico, retroceso glaciar y procesos de adaptación.
2. Trípticos de las actividades que realiza el INAIGEM, con casos prácticos replicables.

2.2 Descripción de actividades

2.2.1 Actividades Previas

Se estableció las siguientes actividades durante la visita a la Cordillera Huanzo:

- **Establecer objetivos generales.**



- **Identificar zonas de estudio**, utilización de criterios de diagnóstico (subcuenca y microcuenca)
- **Definir estrategias**, técnicas, 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

Se organizó las actividades de campo y/o visitas oficiales:

- **Inspección del entorno** (Aproximación a los puntos de interés de la Cordillera Huanzo).
- **Reconocimiento y caracterización de la zona de estudio** (Recorrido en el entorno, toma de muestras de ecosistemas existentes y mediciones 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** (Conversar con los pobladores residentes en las zonas de estudio).

2.2.3 Actividades de Gabinete

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

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

3 CAPÍTULO III – Caracterización física

3.1 Geología y geomorfología

Aspectos Geológicos

La Cordillera Huanzo, se encuentra situada en el ramal Occidental de los Andes centrales, extendiéndose a lo largo de 50 km en dirección noroeste (Hidrandina, 1988), se ubica entre la conjunción de los departamentos de Arequipa, Cusco y Apurímac, cuyo pico más alto es Chancoña con 5445 msnm (ANA, 2014). (Ver Imagen N°1).

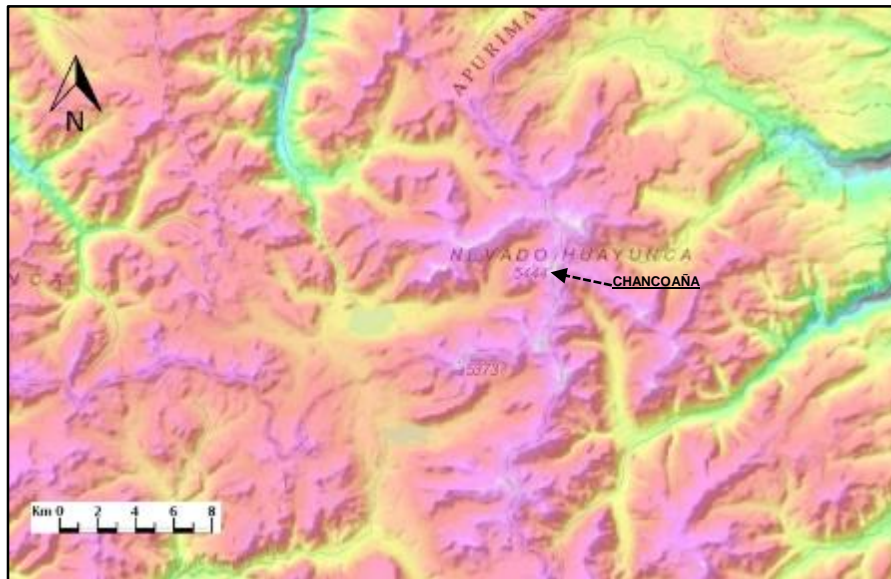


Imagen N° 1: Mapa de relieve de la Cordillera Huanzo, donde se observa las zonas de altas cumbres cortadas por valles de tipo glaciar.

Geológicamente se observan rocas volcánicas andesíticas, cuyos afloramientos se exponen como basamento de las zonas nevadas. Litológicamente se pueden caracterizar como andesitas oscuras variando a basalto en algunos sectores, se observan también domos o intrusiones hipabisales en el sector sureste conteniendo clastos sub-redondeados parcialmente reemplazados por cuarzo. Asimismo, una serie de diques principalmente de composición andesítica y dacítica de texturas porfiriticas (N. Condori, J. Usca, R. Ticona. , 2013).

En la base de la zona nevada se encuentra el proyecto minero Azuca (Hochschild Mining), dicho proyecto presenta estructuras filoneanas, asociadas a los procesos de alteración tales como silicificación, cloritización, piritización, argilización baja a intermedia (SC INGENIERIA SRL., 2010.) (Ver Fotografía N°1).



Fotografía N°1. Vista panorámica del flanco noroeste de la Cordillera Huanzo, donde se observa el basamento rocoso conformado por rocas volcánicas, con presencia de vetas mineralizadas, cercanas al Proyecto Minero Azuca

Aspectos geomorfológicos.

La Cordillera Huanzo se caracteriza por presentar un relieve montañoso variado y típicamente glaciar, compuesta por laderas y colinas de relieve ondulado, con la presencia de nevados que ascienden de 5000 a 5300 msnm que alimentan a las lagunas ubicadas en la parte baja. Los cerros son escarpados, de relieve semi accidentado. El fondo de los valles glaciares se caracterizan por tener planicies alto andinas por encima de los 4500 msnm, donde se observan la presencia de lagunas de importante volumen de agua rodeada de material morrénico. (Ver Fotografía N°2)



Fotografía N°2. Vista de las unidades geomorfológicas de la Cordillera Huanzo: Zona de Altas Cumbres y, planicies altioplánicas en los fondos de valle.

3.2 Glaciología

El drenaje de los glaciares de la cordillera Huanzo está distribuidas en 3 cuencas hidrográficas, donde el mayor almacenamiento de agua se ubica en cuenca del Alto Apurímac (Ver Cuadro N°2).

Los glaciares de la Cordillera Huanzo han perdido el 90% de su área según estimaciones del INAIGEM, se calcula que actualmente, presenta un área total de 3,8 km² al 2015, mientras que en 1970 contaba con 36,9 km² de área de cobertura glaciar, habiendo perdido un área total de 33,1 km².

Las unidades glaciares presentes en dicha cordillera están dentro del rango de tamaño menor o igual a 1 km².

Cuadro N° 2: Distribución de superficies glaciares según vertiente v cuenca hidro:

Vertiente	Cuenca	Superficie actual (km ²)	Superficie actual %
Pacífico	Camana	0,58	12,86
	Ocoña	1,11	24,61
Atlántico	Alto Apurímac	2,82	62,53
Total		4,51	100,00



3.3 Recursos hídricos

Según la metodología Pfafstetter de codificación de cuentas, que fue adoptada por el Perú en el 2008 a través de la Autoridad Nacional del Agua - ANA, las Unidades Hidrográficas del ámbito de diagnóstico son la Intercuenca Alto Apurímac en la vertiente del Atlántico y las cuencas Ocoña y Camaná en la Región Hidrográfica del Pacífico.

Por el flanco noreste los ríos Collpa y Chaccha son tributarios al río Apurímac que vierte sus aguas al Atlántico y por el suroeste los ríos Huarcaya y Masapuquio fluyen sus aguas hacia los ríos Ocoña y Majes, que desembocan en el Océano Pacífico. Para más detalle ver Cuadro N° 03.

Cuadro N° 03: Jerarquización de unidades hidrográficas según la codificación Pfafstetter.

Nivel 1	4	Región Hidrográfica del Amazonas (Vertiente Atlántico)
Nivel 2	49	Cuenca Alto Amazonas
Nivel 3	499	Cuenca Ucayali
Nivel 4	4999	Intercuenca Alto Apurímac

Nivel 1	1	Región Hidrográfica del Pacífico
Nivel 2	13	Unidad Hidrográfica 13
Nivel 3	136	Cuenca Ocoña

Nivel 1	1	Región Hidrográfica del Pacífico
Nivel 2	13	Unidad Hidrográfica 13
Nivel 3	134	Cuenca Camaná

Fuente: Elaboración propia con información de la ANA.

3.4 Ecosistemas

Los ecosistemas presentes en la Cordillera Huanzo, cumplen una función importante en las actividades económicas de los pobladores en la crianza de camélidos, éstos son frágiles y especiales, de manera que la conservación, recuperación y rehabilitación se encuentran respaldadas por las leyes peruanas, de acuerdo a la Ley General del Ambiente (Artículo N°98.- De la conservación de ecosistemas), (Artículo N°99.- De los Ecosistemas Frágiles). Los ecosistemas identificados en las cabeceras de las subcuencas de Vilcabamba (cuenca del río Apurímac que va al Atlántico) y subcuenca Cotahuasi (río Ocoña que desemboca en el Pacífico), ambas dependientes de la cordillera Huanzo zona limítrofe entre los departamentos de Apurímac, Arequipa y Cusco, y aportantes de 6 cuencas hidrográficas, en las dos nacientes se identificaron dos ecosistemas, los que se muestran en el Cuadro N°4.

**Cuadro N° 4: Ecosistemas identificados en Cordillera Huanzo.***Ecosistemas identificados en la subcuenca Vilcabamba - Apurímac*

Ecosistema		Lugar	Coordenadas	
			X	Y
Humedales	Bofedales	Cabecera laguna Pampahuasi	764997	8380893
		Cabecera laguna Pampahuasi	763287	8379813
	Lagunas/Cochas	Laguna Pampahuasi o Puncococha1	762327	8380402
		Laguna Pampahuasi o Puncococha2	763191	8379622
Praderas nativas	Pajonal	Margen derecha e izquierda		

Ecosistemas identificados en la subcuenca Cotahuasi - Arequipa

Ecosistema		Lugar	Coordenadas	
			X	Y
Humedales	Bofedales	De origen glaciar pie laguna	785758	8356378
		Parte intermedia quebrada	782891	8355104
	Lagunas/Cochas	Laguna Pucaray	786867	8356254
Praderas nativas	Pajonal	Margen derecha e izquierda		

4 CAPÍTULO IV – Resultados**4.1 Glaciares****4.1.1 Situación actual**

Las pequeñas coberturas glaciares sobre la Cordillera Huanzo, se encuentran en estado crítico de reducción, los pequeños cuerpos de hielo existentes están aislados y dispersos.

La cercanía de la actividad minera amenaza la existencia de la cobertura glaciar. Se ha verificado en campo que el proyecto “AZUCA”, tiene una conexión de tuberías hasta el glaciar Atashira, utilizando agua directamente desde glaciar para su campamento.

A continuación se muestran dos casos críticos de los cambios de la cobertura de hielo en la Cordillera Huanzo:

El glaciar Huaychahui, según el inventario de 1970 contaba con 1,55 km² (Hidrandina, 1988), al 2016 el INAIGEM usando imágenes satelitales Sentinel 2, RGB (espectro visible/ fecha: 17/05/16), estimó una superficie glaciar de 0,472 km², lo que significa que en un periodo de 46 años el glaciar Huachahui ha perdido un área de 1,08 km² equivalente al 70% de su cobertura total. (Ver figura N°3 y fotografía N°3).

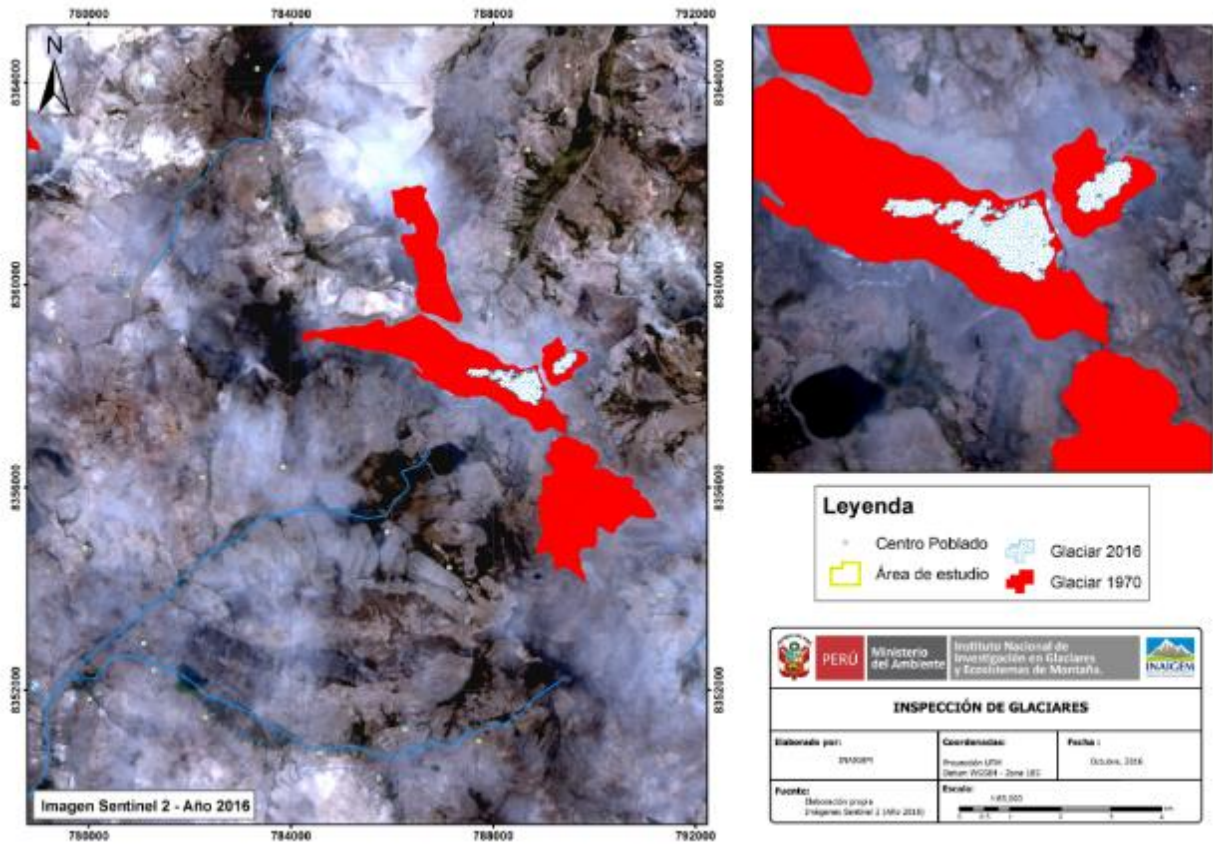


Figura N°3: Comparación de superficies del glaciar Huaychahui entre los años 1970 y 2016.



Fotografía N° 3: Se observa el estado actual del glaciar Huaychahui en la Cordillera Huanzo al 2016.

El glaciar Atashira, según el inventario de 1970 contaba con 0,91 km² (Hidrandina, 1988), al 2016 el INAIGEM, usando imágenes satelitales Sentinel 2, RGB (espectro visible/ fecha: 17/05/16), estimó una superficie glaciar de 0,43 km², lo que significa que en el periodo de 46 años el glaciar Atashira ha perdido una área de 0,48 km² equivalente a un 53% de su cobertura total. (Ver figura N°4 y fotografía N°4).



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

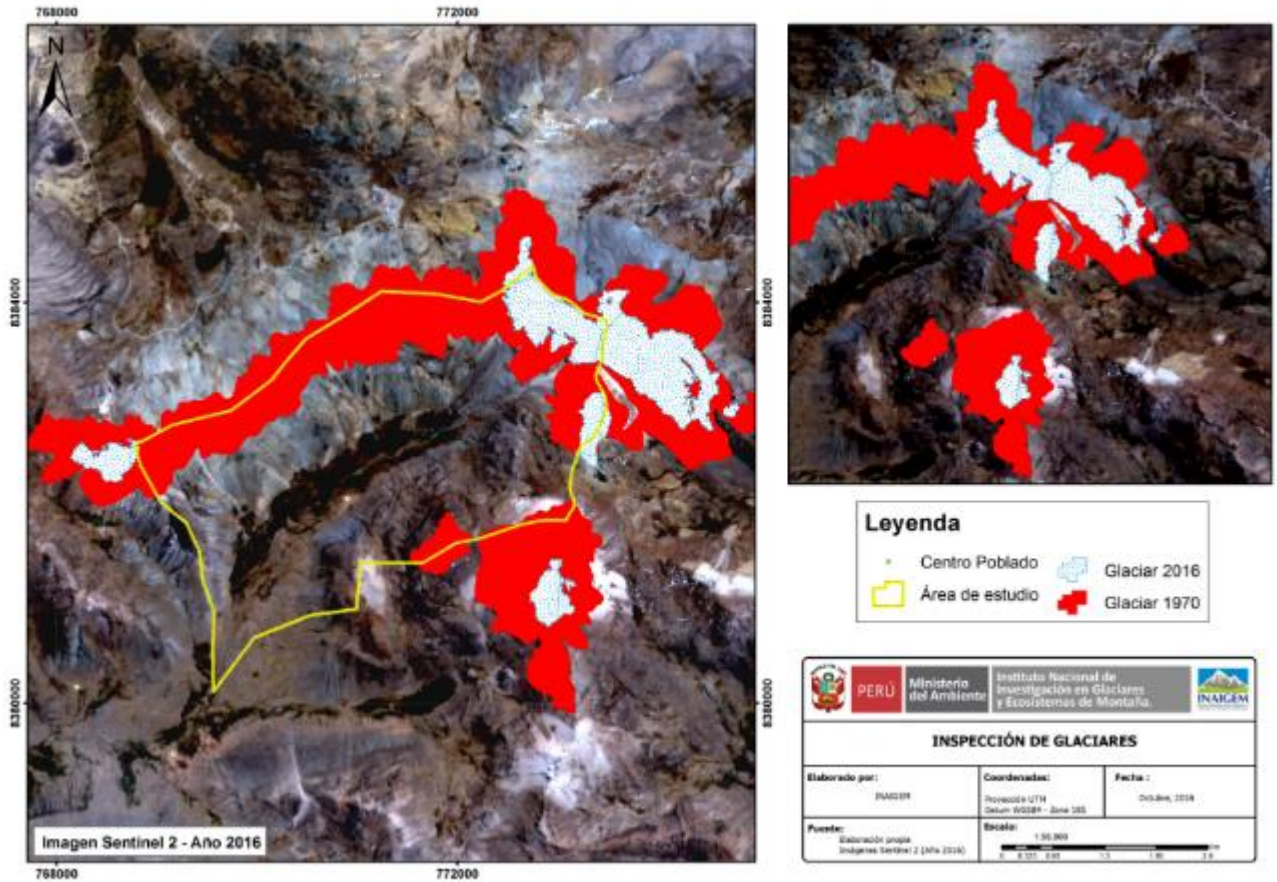


Figura N°4: Comparación de superficies del glaciar Atashira entre los años 1970 y 2016.



Fotografía N° 4: Se observa el estado actual del glaciar Atashira en la Cordillera Huanzo al 2016.

4.1.2 Escenarios Futuros

Los glaciares peruanos en su condición de temperados, nos permiten comprender que los cuerpos de hielo existentes están siendo seriamente afectados por un cambio en el clima local y global, más aún si estas superficies glaciares son pequeñas y se encuentran dispersas. También se sabe que la zona de acumulación es menor que la

zona de ablación y la capacidad de recuperación dependen directamente de las precipitaciones en la zona, sin embargo la radiación e incremento de temperaturas genera mayor pérdida de masa glaciar por evaporación, sublimación o fusión sobre los glaciares de la Cordillera Huanzo.

Las actividades extractivas como los proyectos mineros cercanos, afectan de manera considerable la existencia de los cuerpos de hielo, permitiendo una acelerada fusión debido al transporte del material particulado sobre la superficie glaciar, comportándose como cuerpos negros que, absorben energía y derritiendo el hielo. Además la utilización de agua producto del deshielo glaciar para consumo y otras actividades, como la minería, demandarán cada vez una mayor cantidad del recurso hídrico.

Al momento de la visita de campo, se pudo constatar que aparte de la truchicultura, los pobladores son ganaderos por naturaleza, ya que es casi imposible realizar otro tipo de actividad como la agricultura. Los campos de pastizales naturales son reforestados por la acumulación de nieve estacional que se infiltra y permite mantener húmeda la superficie de las zonas de pastoreo, así mismo, el agua destinada para el consumo humano es de tipo subterránea (manantiales), el cual está escaseando (Ver fotografía N°5).



Fotografía N° 5: Nieve estacional que alimenta los pastizales y humedales en las quebradas de la Cordillera Huanzo.



4.2 Recursos hídricos

La laguna Huanzo es uno de los cuerpos de agua más importantes en inmediaciones de la cordillera Huanzo, con una superficie aproximada de 2,02 km² y un volumen estimado de 10 Mm³, políticamente se encuentra dentro de la jurisdicción del distrito de Puyca, provincia de La Unión del departamento de Arequipa. Esta laguna cumple una función vital para las poblaciones aledañas, en la actualidad se están ejecutando proyectos para la crianza y producción de truchas a mediana escala como alternativa económica adicional.

Se realizaron las visitas de inspección a las microcuencas de los ríos Pucuraypampa y Colepata (Ver figuras N°5 y 6).

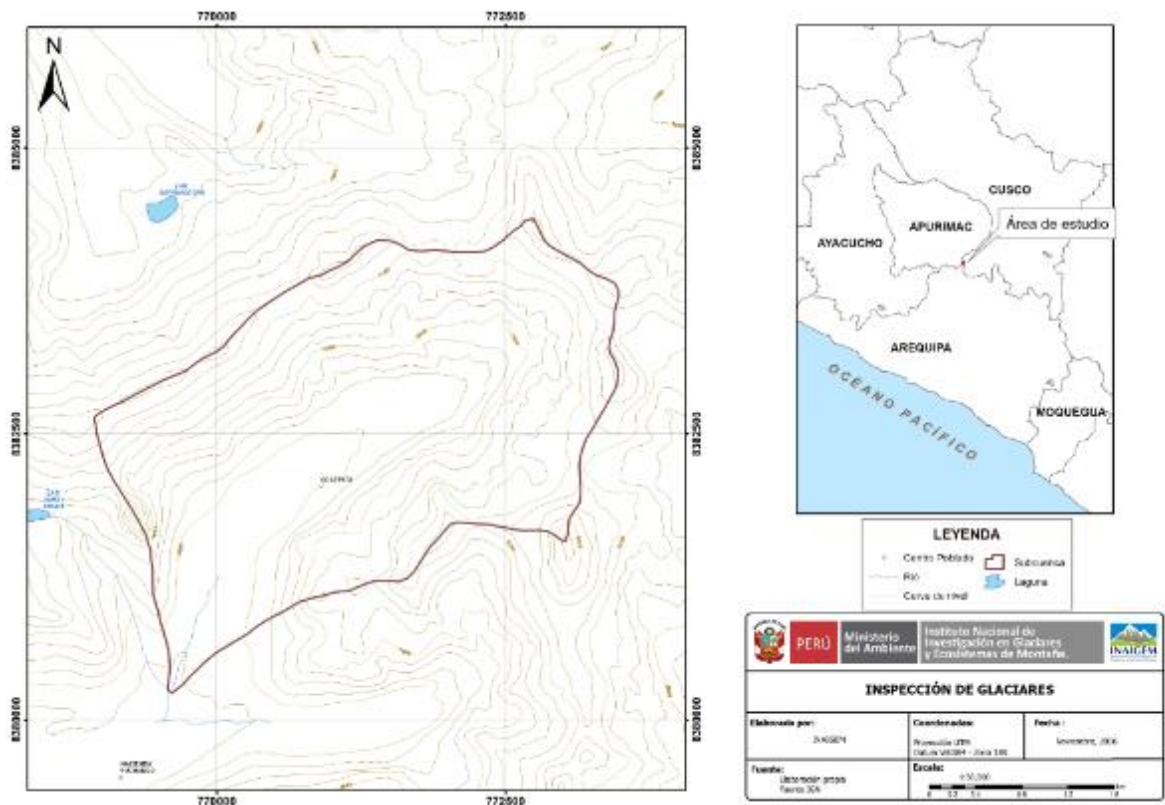


Figura N° 5: Mapa hidrográfico del ámbito de diagnóstico en la quebrada Colepata - Cordillera Huanzo.



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

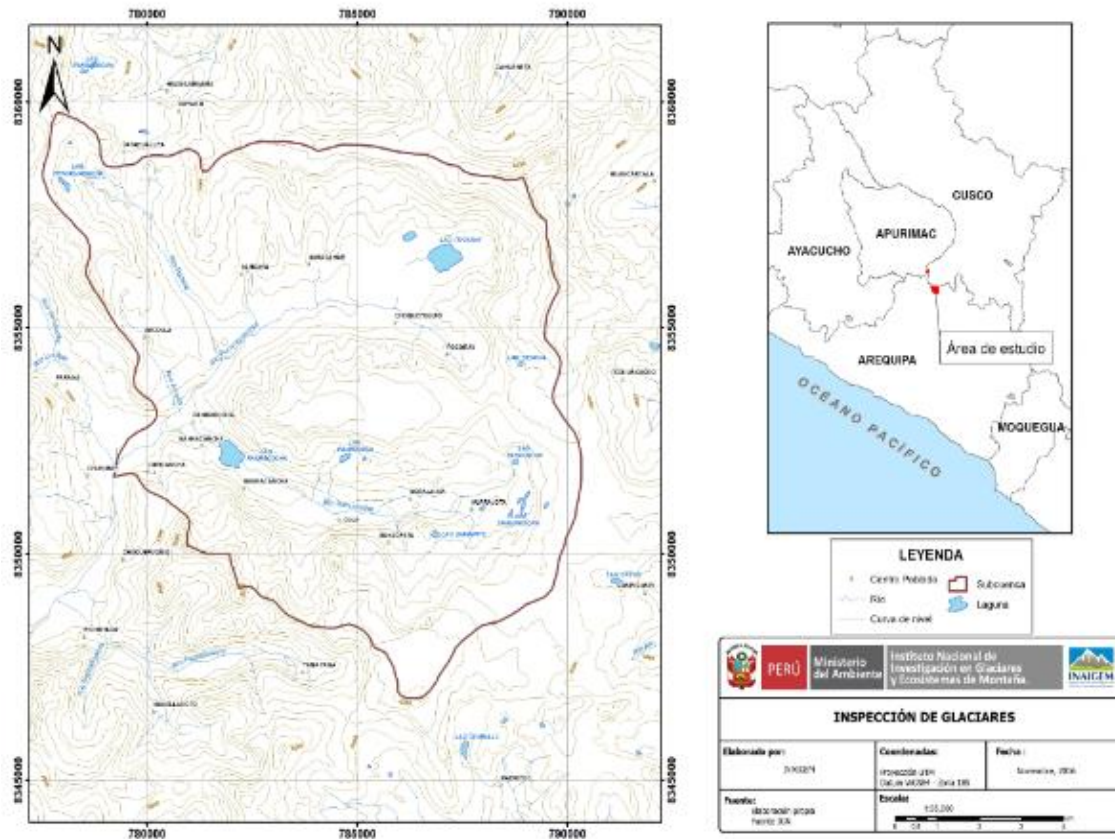
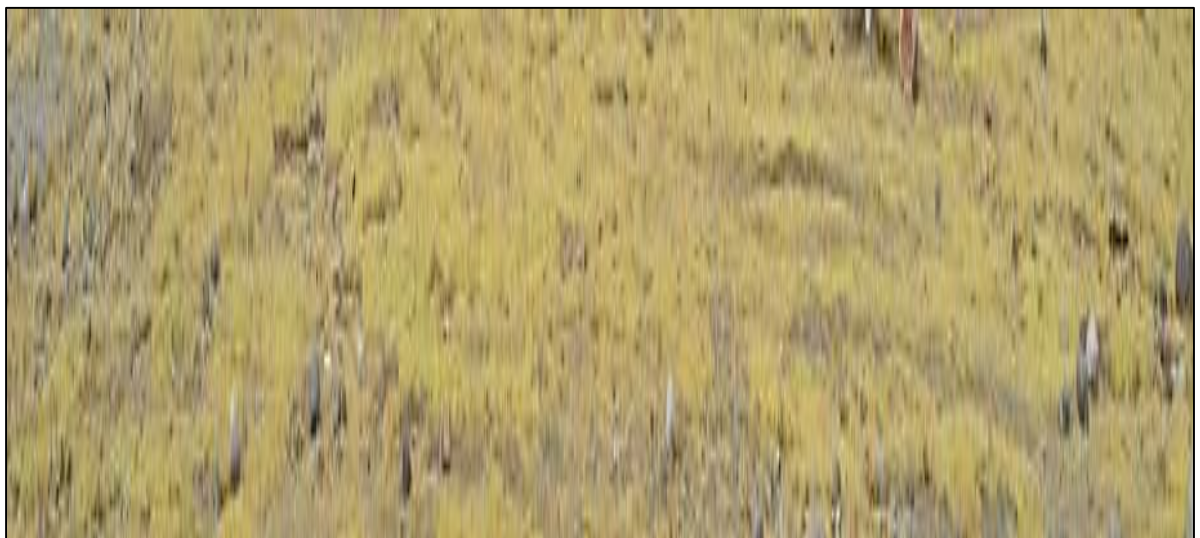


Figura N° 6: Mapa hidrográfico del ámbito de diagnóstico en la quebrada Pucuraypampa - Cordillera Huanzo.



Fotografía N° 6: La laguna Huancullo es reservorio natural, para poblaciones cercanas a la Cordillera Huanzo.

La laguna Huancullo, es el cuerpo de agua con mayor superficie en la Intercuenca Alto Apurímac con aproximadamente 2 196 154 m² y un volumen estimado de 11 Mm³, políticamente se encuentra en el distrito de Oropeza, provincia de Antabamba de la

región Apurímac. Esta laguna se considera vital para el centro poblado Huacullo dado que alimenta uno de los principales bofedales que provee de pastos para la ganadería y la crianza de truchas, también se usa para el consumo de la población.

4.2.1 Uso actual del recurso hídrico

El uso del recurso hídrico está ligado principalmente al consumo humano y a la ganadería, también como uso alternativo para la producción acuícola como la crianza de truchas (Ver fotografía N°7).

También se utiliza el agua para los procesos productivos de los proyectos mineros que se encuentran en la cercanía de la Cordillera Huanzo (Ver fotografía N°8 y 9).



Fotografía N° 7: En la laguna Huacullo, se practica la truchicultura o la crianza de truchas - Cordillera Huanzo.



Fotografía N° 8: Se observa la presencia de actividad minera en la base de los glaciares sobre la cordillera Huanzo.



Fotografía N° 9: Se observan letreros informativos de la presencia de proyectos mineros en la zona de la Cordillera Huanzo: Millo (Aruntani SAC) y Azuca (Hochschild)

4.3 Ecosistemas

4.3.1 Identificación de Ecosistemas de montaña.

En los alrededores de la Cordillera Huanzo, se identificaron dos ecosistemas en las cabeceras de las subcuencas Vilcabamba (cuena del río Apurímac – Vertiente del Atlántico) y subcuena Cotahuasi (río Ocoña – Vertiente del Pacífico).

La composición botánica de los bofedales de las subcuencas de los ríos Vilcabamba en Apurímac y río Cotahuasi en Arequipa, tiene la siguiente conformación: Especies herbáceas 60%, Gramíneas 16%, Graminoides o Juncáceas 12%, otras especies 12%.

Con respecto a la hidrología y puntos de monitoreo de calidad de agua subcuena Vilcabamba afluente del río Apurímac, que desembocan en el océano Atlántico, y la subcuena del río Cotahuasi afluente de la cuena del río Ocoña que desemboca en el Océano Pacífico, se realizó el recorrido del ámbito de las partes altas cercano a los glaciares, se realizaron mediciones de la calidad del agua in situ con el uso del multiparámetro, (Ver Cuadro N°5).

Cuadro N°5. Puntos identificados para el monitoreo de cantidad y calidad de agua.

N°	Punto Identificado	Muestra	Elevación (msnm)	Coordenadas UTM (WGS 84)		Calidad de agua			T (°C)
				X	Y	pH	CE (uS/cm)	OD (mg/l)	
1	Laguna Pampahuasi o Puncococha1	Vi-1	4645	762 327	8 380 402	7,18	47	5,85	11,72
2	Laguna Pampahuasi o Puncococha2	Vi-2	4656	763 191	8 379 622	7,17	50	7,62	17,29
3	Salida Laguna Pucaray	Co-1	4771	786 867	8 356 254	7,28	26	6,29	16,02
4	Intersección quebradas	Co-2	4609	780 345	8 352 915	6,71	43	6,73	9,13

* Vi= subcuenca Vilcabamba (Apurímac); Co= subcuenca Cotahuasi (Arequipa)

El principal servicio ecosistémico, en la cabecera de cuenca es el de provisión de recurso hídrico de buena calidad para la ganadería de camélidos y la agricultura; una parte asociado a la regulación hídrica generada por los nevados de la Cordillera Huanzo aportantes a los bofedales y los pajonales. Un servicio potencial a explorar es el de turismo, además del soporte que se presenta en todo ecosistema.

De igual manera, a lo largo del recorrido de las cabeceras de cuencas no se ha detectado zonas de peligro visible. (Ver Imagen N°2)

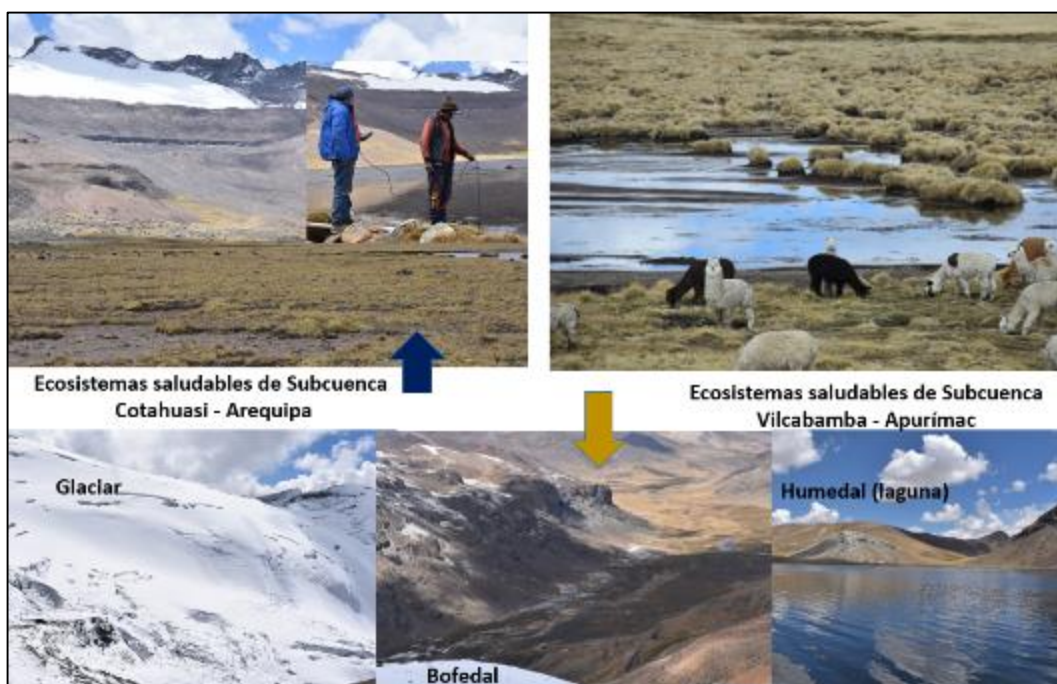


Imagen N°2: Vista panorámica en los principales puntos de monitoreo de calidad de agua y levantamiento de información sobre los ecosistemas.

4.4 Riesgos

4.4.1 Origen Glaciar

Los riesgos asociados a fenómenos de origen glaciar como aluviones y/o avalanchas, en la Cordillera Huanzo, no existen, ya que las masas glaciares actuales no representan un riesgo latente, es decir, solo existen pequeñas superficies de hielo y superficies cubiertas de nieve por las precipitaciones estacionales. Se observó que el basamento rocoso en que se encontraba con cobertura glaciar, está generando una cantidad importante de zonas de desplome de rocas muy localizada, producto de la meteorización y posterior erosión de las laderas hacia las partes más bajas (Ver Fotografía N°10).



Fotografía N° 10: Vista panorámica de una zona de caída de rocas, generada por la exposición prolongada a la intemperie. Anteriormente estos afloramientos se encontraban con cobertura glaciar.

4.4.2 Origen Hídrico

La Cordillera Huanzo, está circundada por lagunas de origen glaciar, como las lagunas Huacullo y Huanzo. Estas lagunas tienen características de drenaje dendrítico siendo recolectada la mayor parte del agua por el río Santo Tomas que pertenece a la cuenca Hidrográfica de Atlántico. Los principales riesgos de origen hídrico, se relacionan con las crecidas del caudal de agua por lluvias extraordinarias, ya que al ser una zona altiplánica, los cauces pueden inundar las poblaciones cercanas. (Ver Fotografía N°11)



Fotografía N° 11: Vista panorámica de la laguna Huacullo y centro poblado del mismo nombre. Obsérvese que la laguna se encuentra alejada de las zonas glaciares, por lo que el riesgo de aluviones es relativamente bajo.

4.5 Percepción social, económica y ambiental relacionada al recurso hídrico

En la actualidad las poblaciones están percibiendo claramente los cambios climáticos de los últimos años. Particularmente este año, el trabajo en el campo como el pastoreo les permite estar en contacto directo con el clima, así por ejemplo, la radiación intensa

que se presenta ya se percibe como una amenaza, es notorio el uso casi masivo de sombreros de ala ancha entre los pobladores.

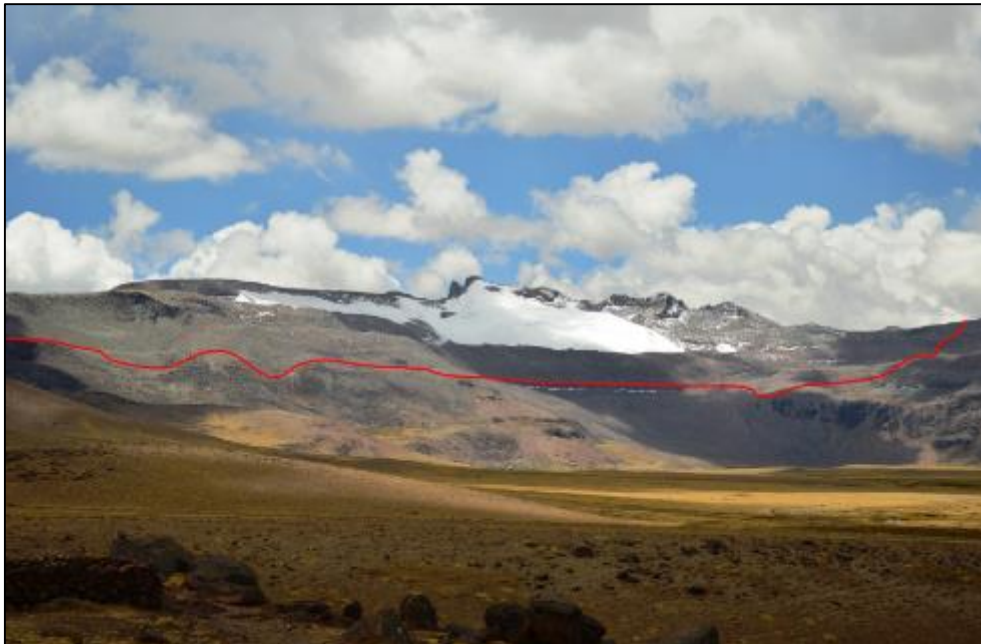
Otro aspecto también importante es la presencia de heladas, los pobladores aseguran que nunca antes han sentido tanto frío, este comportamiento anómalo del clima en un escenario posterior al fenómeno del niño se da en gran parte de la región sur del Perú, la brecha entre las temperaturas extremas es mayor, al mediodía las temperaturas pueden bordear los 25°C y en la noches llegar a -18° C.

Es imprescindible un estudio más detallado del comportamiento del clima local, con mayor énfasis en la radiación, se observa que la población adulta en un porcentaje importante presenta irritación en los ojos, pudiendo tomarse como una secuela por el incremento de la radiación.

4.5.1 Recursos hídricos

Los habitantes circunscritos en el ámbito de la Cordillera Huanzo perciben los impactos del cambio climático especialmente con la extinción de los glaciares, esto se aprecia a simple vista.

Es el caso del glaciar Huaychahui ubicado en la cabecera de la subcuenca Cotahuasi, en el distrito de Puyca, provincia de La unión en la región Arequipa. Este glaciar alimenta a la laguna Pucaray, según versión de los pobladores de la zona, este glaciar ocupaba una superficie importante en las cumbres, señalándonos referencialmente los límites a los cuales llegaban los frentes (Ver fotografía N°12), en la actualidad existe un casquete de hielo que será necesario monitorear, dado su desaparición inminente.



Fotografía N° 12: Se observa el estado actual del Nevado Huaychahui en la Cordillera Huanzo al 2016. La línea roja indica el nivel histórico donde llegaba la cobertura glaciar.

La cordillera Huanzo también está siendo afectada por las sequías presentadas este año, un morador de la zona textualmente manifiesta así su preocupación: “Estamos muy sorprendidos por cómo se ha secado esta laguna, mis padres y abuelos han vivido aquí y ellos me han contado que esta laguna nunca se seca, pero ahora cada vez tiene

menos agua, aquí nosotros pescamos trucha para nuestro consumo porque es más fácil que en la laguna grande (Pucaray)”, esta versión de un joven poblador de 20 años (Ver fotografía N°13) revela que existe preocupación ante la disminución del agua en una pequeña laguna, sin embargo existe una laguna de mayores dimensiones que les da confianza ante escenarios adversos.



Fotografía N° 13: Poblador de la quebrada Pucuraypampa – Cordillera Huanzo.

4.5.2 Económicas

Las principales actividades económicas que realizan las pequeñas poblaciones en las cercanías de la Cordillera Huanzo, se pueden clasificar en:

Cuadro N° 6: Actividades productivas económicas importantes en la zona.

Actividad	¿Qué producen?
Ganadería	Ovejas, Vacuno, Llama, Vicuña y Alpaca (Carne y Lana)
Truchicultura	Crianza de Truchas
Comercio	Expenden productos de primera necesidad a las personas que transitan.
Minería	Brindan servicios como empleados para proyectos de minería cercanos.

4.5.3 Social

La quema de pastos es una costumbre arraigada en los pueblos andinos, así como una amenaza para los ecosistemas y un potencial agente de fusión para los glaciares;

En los alrededores de la Cordillera Huanzo, ha sido difícil poder hacer entrevistas a las autoridades locales por la sencilla razón de que no se encuentran en la zona. Los pobladores sienten que hay escasez de agua, sin embargo ese cambio ya se había visto en los últimos 5 años y no les ha causado mayor preocupación por que cuentan

con lagunas que proveen de agua para sus diferentes usos, en cambio el agua para consumo humano lo obtienen de manantiales. La mayor preocupación de la población se orienta a los cambios drásticos del clima local, haciendo sentir con mayor intensidad las heladas y friajes que son perjudiciales para la crianza de animales (Ver fotografía N°14).



Fotografía N° 14: Crianza de animales en la Cordillera Huanzo.

4.5.4 Necesidades

La necesidad de la población está centrada en poder contar con agua en los próximos años, dada las condiciones plantean que se reserve y conserve las actuales lagunas con la construcción de presas.

Es necesario que el gobierno plante medidas para proteger zonas donde es posible todavía conservar y guardar agua.

5 CAPÍTULO VI – Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Al inventario de 1970 la superficie glaciaria de la Cordillera Huanzo era de 36,9 km², según estimaciones del INAIGEM se cuenta con una superficie de 3,8 km² al 2015, es decir en un periodo de 45 años, la pérdida de área glaciaria es de 33,1 km² equivalente al 90%, lo que significa que en un periodo de tiempo no muy lejano es posible se quede sin cobertura glaciaria, el glaciar Huaychahui ha perdido el 70% de su área glaciaria, y el Atashira, el 53%, siendo éstos los más importantes de la Cordillera Huanzo.
- Geológicamente, la Cordillera Huanzo presenta un relieve montañoso típicamente glaciario, con presencia de planicies alto andinas por encima de los 4500 msnm. El basamento de la cordillera está constituido por andesitas y basaltos, formando domos.



- No existe posibilidad de ocurrencia de aluviones por desborde de lagunas. Es posible observar caída de rocas y detritos en las laderas escarpadas producto de la meteorización.
- Se ha identificado los humedales (lagunas, bofedales y cochas) y de praderas nativas o pajonales, se ha observado buen manejo de bofedales mediante el riego inducido por gravedad para ampliar el área de pastoreo de camélidos, en propiedades privadas (subcuenca Cotahuasi).
- En el glaciar Huanzo nace la subcuenca Oropeza. En éste glaciar se observa mayor número de lagunas con crianza de truchas, el agua en las subcuencas de los ríos Oropeza y Cotahuasi (en bofedales y lagunas), se encuentra en un rango de pH de 6,71 a 7,28, con una conductividad eléctrica que va de 26 a 50 uS/cm y con temperaturas que varían de 9,13 a 11, 72°C, indicadores de aguas de muy buena calidad para consumo humano y demás usos.
- La economía local es en base a los productos y derivados de la ganadería,(especialmente alpacas) y la crianza de truchas. Se han encontrado experiencias de adaptación al cambio climático como el riego en las partes altas para ampliar áreas de bofedales para el alimento de los camélidos.
- Los pobladores aseguran que el comportamiento de las heladas ha variado constantemente, nunca antes han sentido tanto frío, este comportamiento anómalo del clima en un escenario posterior al Fenómeno El Niño (FEN) se da en gran parte de la región sur del Perú, en el cual la brecha entre las temperaturas extremas es mayor, al medio día las temperaturas pueden bordear los 25°C y en la noches llegar a -18° C.

5.2 Recomendaciones

- Priorizar las investigaciones multidisciplinarias e integrales de mayor amplitud profundidad (glaciológico, recursos hídricos, geología y servicios ecosistémicos),
- Investigar la variabilidad climática y sus impactos en los recursos hídricos, a fin de determinar escenarios para concretar acciones de adaptación.
- El hecho de presentar proyectos sobre las zonas glaciares, la zona de estudio se convierte en un laboratorio natural para el monitoreo ambiental, con el objetivo de lograr la convivencia pacífica entre la industria minera y las poblaciones, de lo contrario, se generarán conflictos ambientales.
- En las planicies altiplánicas de la Cordillera Huanzo, existen características geomorfológicas y geológicas naturalmente adecuadas para la construcción de reservorios de agua, presas y canales con fines de irrigación.



BIBLIOGRAFÍA

- ANA, (2014). Inventario de Glaciares de las Cordilleras Huanzo, Ampato y Chila. Huaraz.: UGRH - ANA.
- Hidrandina. (1988). Inventario de Glaciares del Perú. Huaraz: CONCYTEC.
- IPCC. (2001). Glosario de Terminos: Anexo B, Tercer Informe de Evaluación. IPCC, 198.
- MINAM. (2014). Guía Nacional de Valoración Económica del Patrimonio Natural. Lima: MINAM.
- MINAM. (2015). Mapa Nacional de Cobertura Vegetal. Lima: MINAM.
- Morales, B. (2014). Volculario Técnico en Investigación en Glaciares / INAIGEM. Huaraz: INAIGEM.
- N. Condori, J. Usca, R. Ticona. (2013). Rasgos texturales de depósitos epitermales de Ag-Au en el Proyecto Azuca (Chumbivilcas, Cusco).. Lima: Edición N° 107.
- 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.*
- SC INGENIERIA SRL. (2010.). E.I.A.sd. DE EXPLORACION “PROYECTO AZUCA” COMPAÑÍA MINERA ARES S.A.C. Lima: COMPAÑÍA MINERA ARES S.A.C.



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.

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 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 glacial 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 glacial 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.