



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y
Ecosistemas de Montaña

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

INSPECCIÓN TÉCNICA DE LA OBRA DE SEGURIDAD DE LA LAGUNA LLACA

INFORME TECNICO N° 14





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y
Ecosistemas de Montaña

“Año 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**

DIRECCION DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES

INSPECCIÓN TÉCNICA DE LA OBRA DE SEGURIDAD DE LA LAGUNA LLACA

PROFESIONAL RESPONSABLE:

ING. EDWIN TUYA LEON

OCTUBRE DE 2016



INDICE

I.	RESUMEN.....	4
II.	INTRODUCCIÓN.....	4
III.	ANTECEDENTES	4
IV.	ASPECTOS GENERALES.....	4
V.	DE LA INSPECCIÓN DE CAMPO.....	5
	5.1 UBICACIÓN:	5
	5.2 ACCESO.....	5
	5.3 CARACTERISTICAS DE LA LAGUNA	6
	5.4 CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE SEGURIDAD.....	6
	• CANAL DE ENTRADA.....	6
	• DUCTO	7
	• DIQUE ARTIFICIAL.....	7
	• CANAL DE SALIDA.....	7
	• RAPIDA.....	7
	• MONITOREO.....	7
VI.	GEODINÁMICA EXTERNA-INESTABILIDAD DE TALUDES.....	12
VII.	CONCLUSIONES.....	14
VIII.	RECOMENDACIONES.....	14



I. RESUMEN

Considerando que en los últimos años se están produciendo cambios considerables en las masas glaciares de nuestras cordilleras nevadas que pueden representar un peligro de desborde de lagunas debido a posibles avalanchas sobre las lagunas de origen glaciar, es que se han programado una serie de visitas de Inspección Técnica a diferentes lagunas.

Es por ello que se presenta en este informe el estado situacional de la obra de seguridad (dique) de la laguna Llaca, obra que fue construida en los años 70's.

II. INTRODUCCIÓN

En la cordillera blanca, han ocurrido varios desembalses inoportunos de las lagunas de origen glaciar, debido a la caída de roca y hielo en la masa de agua, es así que se construyeron varias obras de seguridad en las lagunas que presentaban alta peligrosidad. Debido a la importancia que tienen estas obras, es necesario inspeccionarlas para evaluar su estado físico y la funcionalidad de las obras de seguridad.

El Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña - INAIGEM, para este año, programó la inspección de la obras de seguridad ubicadas en lagunas de origen glaciar denominadas peligrosas en la Cordillera Blanca, entre las que está considerada la laguna Llaca.

III. ANTECEDENTES

En Junio de 1941 se iniciaron los trabajos para desembalsar la laguna Llaca, por representar un serio peligro para las zonas bajas de la sub-cuenca.¹

Las obras se iniciaron en los años 70, entre los años 1971 y 1972 la Corporación Peruana del Santa construyó el campamento, el camino de herradura e inició a tajo abierto; en el año 1974, la UC-16 ELECTROPERU continuó los trabajos, concluyendo el corte a tajo abierto y se inicia la construcción del ducto – con ducto cubierto de 48" de diámetro y una longitud de 22.60 m-, luego entre los años 1975 y 1976 concluyen la construcción del ducto cerrado y construyen la presa de tierra².

IV. ASPECTOS GENERALES

Los riesgos potenciales de deslizamiento que ofrecen algunos Glaciares ubicados en las partes altas de las Sub Cuenclas son actualmente la mayor preocupación de los pobladores de diferentes ciudades del Perú, principalmente en el Departamento de Ancash, considerando la historia trágica de épocas pasadas donde poblados como Huaraz, Yungay y otros, han sufrido los embates de la naturaleza debido a la ocurrencia de desbordes de Lagunas que han provocado innumerables pérdidas de vida; más aún con el cambio climático y la desglaciación que han originado el aumento del volumen de muchas lagunas y la formación de nuevas lagunas, siendo muchas de ellas potencialmente peligrosas.

¹ Comisión de Estudio de Cuenca del Santa

² Memoria Bienal del Programa de Glaciología y Seguridad de Lagunas 1973–1974, Huaraz – Junio 1975, Pag. 48 y 49; ELECTROPERU, UC. 16



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

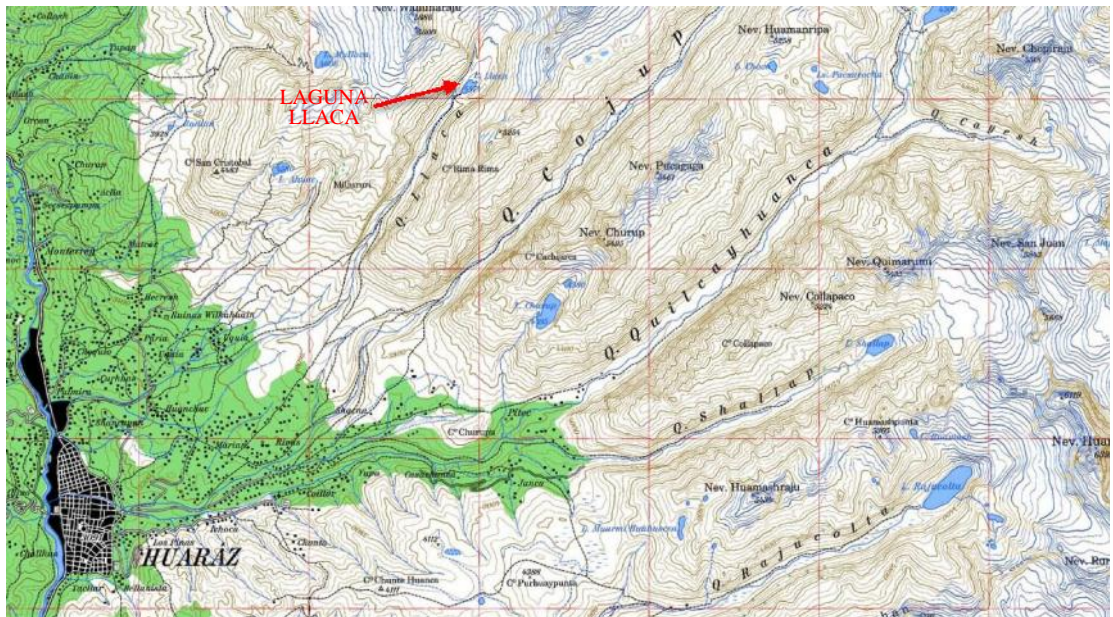
Es por ello que el INAIGEM, ha empezado sus labores con el objetivo de estudiar y plantear soluciones inmediatas para minimizar los riesgos que se podrían presentar ante una eventual situación de desborde de lagunas y para ello se han programado las diferentes visitas de campo a fin de conocer insitu las condiciones que se presentan y plantear soluciones estructurales y no estructurales.

V. DE LA INSPECCIÓN DE CAMPO

Con fecha 21 de Octubre de 2016, se realizó la inspección de las obras de seguridad de la laguna de Llaca.

5.1 UBICACIÓN:

Departamento : Ancash
Provincia : Huaraz
Distrito : Independencia
Cuenca : Río Santa
Sub Cuenca : Río Llaca
Microcuenca : Oda. Llaca



5.2 ACCESO

De Huaraz en vehículo hacia el noreste, por carretera afirmada hasta el cruce a la quebrada Llaca, 13.00 km (45 min), y desde ahí se continúa por la trocha carrozable a lo largo de la quebrada Llaca, hasta llegar a la laguna Llaca, recorriendo 11 km (45 min). Haciendo un recorrido total de 24 km en un tiempo de 1:50 hr.



5.3 CARACTERISTICAS DE LA LAGUNA

Según datos de la Batimetría 2004, realizada por la UGRH, las dimensiones de esta laguna son las siguientes: nivel del espejo de agua 4500 msnm; longitud máxima de 294 m; ancho máximo de 194 m; profundidad máxima de 16.80 m, superficie de 43,988 m² y volumen de 274,305 m³ (ver fotografía N° 01).



Fotografía N° 01: Vista panorámica de la laguna Llaca

5.4 CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE SEGURIDAD

Obra construida por la Corporación Peruana del Santa y la UC-16 ELECTROPERU entre los años 1971 - 1972 y 1974 - 1976 respectivamente; tiene los siguientes componentes:

- CANAL DE ENTRADA

Canal de forma trapezoidal, al inicio tiene aletas de forma parabólicas y después es recta, su piso y paredes son de albañilería de piedra emboquillado con mortero cemento - arena, con 1H:3.3V de talud, 1.50 m de ancho promedio y 1.08 m de altura, 0.30 m de espesor, 15.70 m de longitud y 1% de pendiente; esta estructura tiene pequeñas fisuras en la corona del canal. (Fotografía N° 02).

- DUCTO

Conducto cubierto de concreto armado cubierto exteriormente con TMC de 48" de diámetro, tiene 67.90 m de longitud y 1% de pendiente, su estado de conservación es bueno. (Fotografías N°s 03 y 04).

- DIQUE ARTIFICIAL

Construida con material morrénico tiene impermeabilizado el talud aguas arriba y aguas abajo con adoquines de roca emboquillado con cemento y arena, los taludes aguas arriba es 2.5H:1V y aguas abajo es 2H:1V y 14.30 m de altura, tiene 11.50 m de ancho de corona y 23.70 m de largo de corona; su estado de conservación es bueno en ambos lados. (Fotografías N° 05 al 08)

- CANAL DE SALIDA

Canal de forma trapezoidal, su piso y paredes son de concreto simple, con 1H:4V de talud, 1.40 m de ancho promedio (primer tramo) y 1.57 m de ancho promedio (segundo tramo) y 1.28 m de altura constante, 0.30 m de espesor y 16.40 m de longitud (11.00 m @ 7%, 5.40 m @ 20%); esta estructura tiene fisuras en la corona del canal. (Fotografía N° 09)

- RAPIDA

Canal de forma trapezoidal, su piso y paredes son de albañilería de piedra emboquillado con mortero cemento – arena, con 1H:4V de talud, 3.28 m de ancho superior promedio y 1.28 m de altura, 0.30 m de espesor y 22.60 m de longitud (6.00 m @ 43%, 5.25 m @ 60%, 4.35 m @ 100% y 7 m @ 67%); esta estructura tiene fisuras en la corona del canal. (Fotografía N° 10).

- MONITOREO

Para el control de caudales se instalaron una regla limnimétrica y sensores. (Fotografía N° 11 y 12).





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y
Ecosistemas de Montaña

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

Fotografía N° 02: Vista del canal de entrada.



Fotografía N° 03: Vista de la entrada al ducto.



Fotografía N° 04: Vista de la salida del ducto.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y
Ecosistemas de Montaña

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



Fotografía N° 05: Vista panorámica del dique de Llaca.



Fotografía N° 06: Vista de la plataforma de la corona del dique de Llaca.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y
Ecosistemas de Montaña

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



Fotografía N° 07: Vista del talud aguas arriba del dique.



Fotografía N° 08: Vista del talud aguas abajo del dique.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y
Ecosistemas de Montaña

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



Fotografía N° 09: Vista del canal de salida.



Fotografía N° 10: Vista de la rápida (caída inclinada).



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



Fotografía N° 11: Regla limnimétrica y sensores para medir caudal (Canal de entrada).



Fotografía N° 12: Vertedero de pared delgada (canal de salida).

VI. GEODINÁMICA EXTERNA-INESTABILIDAD DE TALUDES

Se observa que existe mayor actividad geodinámica en el talud de la morrena lateral izquierda, como se muestra en la fotografía N° 13, donde se puede apreciar deslizamientos y cárcavas debido a la escorrentía superficial (fotografía N° 14).



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y
Ecosistemas de Montaña

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



Fotografía N° 13: Vista de la morrena lateral izquierda de la laguna Llaca.



Fotografía N° 14: Vista del deslizamiento y cárcavas del talud interno de la morrena lateral izquierdo de la laguna Llaca.



VII. CONCLUSIONES

1. Las obras civiles de la obra de seguridad como son: canal de entrada, ducto, dique artificial, canal de salida y rápida, se encuentran físicamente en buenas condiciones; también se observó que todas las estructuras funcionan con normalidad.
2. Se observó que el glaciar Llaca 1, existe bloques que puedan caer sobre la zona baja, pero éstas serían amortiguadas en el glaciar Llaca 2 (plataforma casi horizontal de gran dimensión), no teniendo por ahora peligro de generarse una ola que puedan sobrepasar el dique artificial, por lo que no hay peligro de desborde.

VIII. RECOMENDACIONES

Debe realizarse actividades de mantenimiento (limpieza) del talud aguas abajo y aguas arriba del dique, y resanes de la corona del canal de entrada, canal de salida y rápida; para así evitar el deterioro de las obras civiles.

Se recomienda también remitir el presente informe a las autoridades del Gobierno Regional y del Gobierno Local para conocimiento y fines. Además, se debe coordinar el monitoreo y la evaluación futura, de la laguna y de los glaciares de influencia de manera conjunta con estas instituciones, liderados por el INAIGEM.