

INTERVENCIÓN SOCIAL PARA LA EJECUCIÓN ARTICULADA DE PROYECTOS  
DE INVESTIGACIÓN EN COMUNIDADES ALTOANDINAS: CASO INSTALACIÓN  
DEL SISTEMA DE MONITOREO EN TIEMPO REAL DE LA LAGUNA  
ARHUAYCOCHA, CORDILLERA BLANCA

*Christian Yarleque*

<https://orcid.org/0000-0003-1798-6526>  
Dirección de Información y Gestión del  
Conocimiento (DIGC),  
Instituto Nacional de Investigación en  
Glaciares y Ecosistema de Montaña  
(INAIGEM)  
[cyarleque@inaigem.gob.pe](mailto:cyarleque@inaigem.gob.pe)

*Emperatriz Janina Castromonte Miranda*

<https://orcid.org/0000-0003-0723-6166>  
DIGC, INAIGEM  
[jcastromonte@inaigem.gob.pe](mailto:jcastromonte@inaigem.gob.pe)

*José Alfredo Herrera Quispe*

<https://orcid.org/0000-0002-8207-9714>  
DIGC, INAIGEM  
[jherreraqu@unmsm.edu.pe](mailto:jherreraqu@unmsm.edu.pe)

*Irina Yélica Neglia Sánchez*

<https://orcid.org/0000-0001-7911-3750>  
INAIGEM  
[ineglia@inaigem.gob.pe](mailto:ineglia@inaigem.gob.pe)

*Robert Alfredo Alvarado Lugo*

<https://orcid.org/0000-0002-4833-518X>  
DIGC, INAIGEM  
[ralvarado@inaigem.gob.pe](mailto:ralvarado@inaigem.gob.pe)

*David Israel Garay Marzano*

<https://orcid.org/0000-0003-2031-4536>  
DIGC, INAIGEM  
[dgaray@inaigem.gob.pe](mailto:dgaray@inaigem.gob.pe)

Fecha de recepción: 02/12/2020

Fecha de aceptación: 20/05/2021

## RESUMEN

En el Perú las comunidades localizadas a lo largo de la cordillera de los Andes a más de 3000 metros sobre el nivel del mar tienen un comportamiento altamente susceptible a cualquier tipo de actividad de investigación sobre las áreas de montañas, debido principalmente al mal manejo de las empresas mineras durante muchas décadas, sin un proceso de extracción mineral ecoeficiente u óptimo desde un punto de vista ambiental. El mayor problema que surge al buscar realizar actividades de investigación en dichas áreas consiste en demostrar a las comunidades que las actividades de investigación son de un gran beneficio común y no de intereses particulares. En este artículo se muestran estrategias de trabajos de sensibilización en comunidades de montaña, previos a la ejecución de un proyecto de investigación. Se tomó el caso de estudio el proyecto de instalación de un sistema de monitoreo de la laguna peligrosa de origen glaciar Arhuaycocha, en la subcuenca Río Blanco-Santa Cruz, Áncash, donde el distrito Santa Cruz se ubica en el camino aluviónico. Se realizaron actividades de sensibilización, identificación de actores, análisis situación social y de perspectivas de los pobladores para con el proyecto.

Se concluyó que en toda actividad de índole de investigación se debe de realizar con un grado alto de sentimiento de pertenencia por parte de las comunidades, mostrar beneficios directos y lograr acuerdos con las autoridades locales. Un punto clave fue la inclusión de los pobladores en las actividades del proyecto, transparentando y dejando en claro la realización de actividades de ciencia dentro de su comunidad.

*Palabras claves:* sensibilización, comunidades, socialización, investigación, glaciar

## **Social intervention for an articulated execution of research projects in high Andean communities: Case of installation of the real-time monitoring system of the Arhuaycocha glacier lake, Cordillera Blanca**

### **ABSTRACT**

In Peru, the communities located along the Andes Mountains at more than 3000 meters above sea level, have a behavior highly susceptible to any type of research activity on the mountain areas, mainly due to the past wrong management of mountain resources by mining companies for many decades, without an eco-efficient or optimal mineral extraction process from an environmental point of view. The biggest problem in conducting research activities in these areas is demonstrating to communities that research activities are of great common benefit and not of private interest. Here are strategies for awareness-raising work in mountain communities, prior to the execution of a research project. The study case was taken on the project to install a monitoring system over high danger Arhuaycocha glacier lake at Río Blanco-Santa Cruz Sub-basin, Ancash, Peru, where the Santa Cruz district is located on the alluvial path. Awareness-raising activities were carried out, identification of actors, analysis of the social situation and perspectives of the inhabitants for the project. It was concluded that all research activities must be carried out with a high degree of sense of belonging on the part of the communities, showing direct benefits, and reach agreements with local authorities. A key point was the inclusion of the residents in the project activities, making it transparent and making it clear that science activities are carried out within their community.

*Keywords:* awareness-raising, communities, socialization, research, glacier.

### **1. INTRODUCCIÓN**

En el Perú la principal fuente de recurso hídrico proviene de los ríos que se originan en las cordilleras de los Andes donde se genera precipitación orográfica debido a los vientos húmedos provenientes del centro del continente (Garreaud, 1999, 2009; Garreaud, Vuille y Clement, 2003; Vuille, Kaser y Juen, 2008). En los picos de las montañas las precipitaciones en forma de nieve son almacenadas en los cuerpos glaciares, con alrededor del 68% de glaciares tropicales (Veetil y Kamp, 2019) ubicados en las cordilleras peruanas, y aproximadamente, un 40% de estas se encuentran en la cordillera Blanca (Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistema de Montaña [INAIGEM], 2018). La cordillera Blanca se ubica en la provincia de Yungay,

departamento de Áncash, siendo esta la cordillera con mayor masa glaciaria en Perú, con un área medida aproximada de 449 km<sup>2</sup> (INAIGEM, 2018), y una reducción de su área glaciaria de alrededor de 38,2% en las últimas tres décadas (INAIGEM, 2018), aunque este porcentaje de reducción ha sido la más baja en comparación con las reducciones de masa glaciaria de las otras diecisiete cordilleras peruanas durante el mismo periodo.

La cordillera Blanca tiene un historial de eventos catastróficos producidos principalmente por aluviones y avalanchas causados por el desprendimiento de masa glaciaria generando miles de pérdidas humanas y materiales (INAIGEM, 2018), siendo las comunidades ubicadas a pie de montañas altamente vulnerable ante este tipo de eventos. El evento más catastrófico registrado a la actualidad fue generado por el terremoto del 31 de mayo de 1970, el cual ocasionó el desprendimiento de una sección del pico norte del nevado Huascarán, y provocó un aluvión de hielo y roca que afectó el poblado de Ranrahirca y sepultó por completo la ciudad de Yungay con unos 23 000 pobladores en unos minutos (INAIGEM, 2018).

Además, teniendo en cuenta los grandes problemas que causa la ocurrencia de los eventos aluviónicos, también existen problemas de escasez de agua, el cual supone un gran perjuicio para el riego en épocas de siembra, y en la fenología de los cultivos, dado que impacta en la productividad de los campos agrícolas —como la papa, camote, entre otros—, así como la disponibilidad hídrica para el consumo humano y de ganado. Aunque históricamente estos problemas se encuentran presentes en todas las comunidades aledañas a la cordillera Blanca, no ha sido posible la implementación de programas de mitigación, prevención o adaptación, debido a la poca información local y regional del tipo climática, ambiental, geológica, social y económica de dichas áreas (Yarleque, Vuille, Hardy, Posadas y Quiroz, 2016; Quiroz, Yarleque, Posadas, Mares e Immerzeel, 2011; Heindinger, Carvalho, Jones, Posadas y Quiroz, 2018).

Por otra parte, algunos intentos para la instalación de sistemas de monitoreo han sido recurrente en las últimas décadas (Huggel *et al.*, 2020; Fluxá-Sanmartín *et al.*, 2018); pero no han podido ser sostenibles, principalmente debido al poco apoyo e interés del Estado ante la recolección de información para la realización de estudios e investigaciones que conlleven a resultados útiles para los programas de prevención antes mencionados, y al poco conocimiento de los beneficios de dichos sistemas a las comunidades.

Un punto importante ha sido la inseguridad social frente a los desarrollos de proyectos para el monitoreo de estas áreas glaciares. Dicha inseguridad proviene principalmente por parte de las comunidades aledañas, quienes han causado vandalismo y daños a las instalaciones de monitoreo (Vuille *et al.*, 2018; Fluxá-Sanmartín *et al.*, 2018). Un ejemplo reciente fue lo ocurrido en la laguna 513 (9°12'45"S, 77°33'00"W), en la cual, en el año 2010, ocurrió una avalancha que destruyó campos agrícolas y produjo cuantiosos daños materiales (Carey, Huggel, Bury, Portocarrero y Haerberli, 2012), por

lo que se ejecutó un proyecto de instalación de un sistema de alerta temprana conjuntamente con la comunidad circundante. El sistema de alerta temprana en la laguna 513 se componía de cuatro estaciones con geófonos y sensores que medían las condiciones climáticas y ambientales (Schoolmeester *et al.*, 2018; Hill, 2016; Frey *et al.*, 2014). Sin embargo, dicho sistema fue destruido por los agricultores locales (Schoolmeester *et al.*, 2018) debido a que pensaban que los equipos del sistema de monitoreo eran la causa de las sequías o la baja ocurrencia de lluvias que estaban sufriendo.

En la presente investigación se trata de estudiar el aspecto social de las comunidades y cómo poder realizar investigación integrando a las poblaciones vulnerables en áreas aluviónicas, respetando su susceptibilidad a creencias locales y desconfianza por la actividad minera en el pasado la cual fue llevada en muchos casos de forma ambientalmente inadecuada lo que produjeron daños a los ecosistemas de montaña y los medios de vida de las comunidades.

La presente investigación fue llevada a cabo en el distrito de Santa Cruz, en la provincia de Huaylas, departamento de Áncash, dicho distrito se encuentra al pie de la quebrada Santa Cruz de la subcuenca Río Blanco-Santa Cruz, espacio en el que han ocurrido eventos aluviónicos, como el ocurrido el 8 de febrero de 2012, debido a la sobre saturación del dique morrénico de la laguna Artison Bajo (INAIGEM, 2018). Este evento aluviónico produjo el desborde de un volumen aproximado de 254 136 m<sup>3</sup> de agua. Aquel flujo (de agua, lodo y rocas) llegó a la laguna Jatuncocha (aguas abajo), en donde disipó la energía y volumen del aluvión. Los efectos producidos por este aluvión en los medios de vida de la población aguas abajo fueron la destrucción de bocatomas y tramos de canales de regadío, bocatomas de agua potable, bocatoma de centrales hidroeléctricas, terrenos de cultivos y otros; no se registraron pérdidas de vidas humanas. Sin embargo, a lo largo de la microcuenca Santa Cruz, en una superficie de 134 hectáreas se extendió material aluviónico, y se colmó áreas importantes de bosques, praderas y humedales, en especial la laguna Ichicocha (Mallqui, Valverde, Rosales y Rosario, 2016). Este suceso hizo reflexionar a la población en tomar medidas de prevención en temas de desastres y posibles riesgos de un aluvión.

En dicha subcuenca se ubica la laguna de origen glaciar (proglaciar) Arhuaycocha, la cual cuenta con una capacidad volumétrica de más de 19 millones de metros cúbicos de agua. Esta laguna es altamente peligrosa debido a que el incremento del nivel de agua de la laguna ha sido acelerado, considerando que esta laguna no existía hace cuatro décadas. Por lo cual la laguna Arhuaycocha puede generar un potencial aluvión que puede impactar a los pobladores del distrito de Santa Cruz en un futuro cercano (INAIGEM, 2018).

En ese sentido, el presente estudio se basa en las coordinaciones, logística y sensibilización a la comunidad del distrito de Santa Cruz a pie de la subcuenca Río Blanco-Santa Cruz en la cordillera Blanca, previo, durante y en la puesta en marcha de un proyecto

de instalación del sistema de monitoreo de la laguna proglaciar (sobre un frente glaciar o junto al glaciar, laguna generado del retroceso glaciar) Arhuaycocha en tiempo real, para realizar monitoreo e investigar los posibles causas o detonantes de avalanchas y aluviones futuros, y su detección inmediata para ayudar a la prevención. Para la ejecución del proyecto se diseñó un plan de sensibilización y trabajo de comunicación previo con las comunidades, con ayuda del municipio del distrito de Santa Cruz.

## 2. ZONA DE ESTUDIO

En el departamento de Áncash, se encuentra la cordillera de los Andes, la cual es la principal fuente de recurso hídrico, y que es recolectado de las precipitaciones en la estación de verano austral principalmente, cuyas aguas afluyen al río Santa, el cual separa a la cordillera Negra de la Blanca. Las aguas del Río Santa son usadas mayormente para generar energía eléctrica y para regar los campos agrícolas. El río Santa está principalmente alimentado por las aguas salientes de las subcuencas, recursos hídricos que en parte tienen un origen glaciar, es decir que provienen de cuerpos de hielo y/o lagunas de origen glaciar. Cabe resaltar que el río Santa es utilizado para la producción agrícola de dos proyectos de irrigación importantes de la costa peruana como el Proyecto Chavimochic (207 000 hectáreas) y el Proyecto Chincas (42 200 hectáreas). Por otro lado, el río Santa ayuda a la generación de 263,5 megawatts de energía mediante la central hidroeléctrica Cañón del Pato (Mallqui *et al.*, 2016).

Las aguas de las subcuencas de la cordillera Blanca son aprovechadas por las comunidades debido a la necesidad del recurso hídrico para su uso doméstico, regadío de cultivos y consumo personal, por lo que este recurso hídrico tiene un gran valor económico y social para la comunidad del distrito de Santa Cruz.

La zona de estudio del presente trabajo es la subcuenca Río Blanco-Santa Cruz, ubicada en el distrito de Santa Cruz, provincia de Huaylas y departamento de Áncash, la cual tiene una superficie de 332,78 km<sup>2</sup> y coordenadas geográficas. Latitud: -8.95167, Longitud: -77.815, Latitud: 8° 57' 6" Sur y la Longitud: 77° 48' 54" Oeste (Figura 1).

## 3. METODOLOGÍA

La metodología empleada fue participativa-descriptiva y es mostrada en el diagrama de la Figura 2. Dicha metodología permitió consolidar el desarrollo del trabajo de sensibilización a la comunidad. A continuación, se describen los pasos que se realizaron para el caso del proyecto de instalación del sistema de monitoreo de la laguna Arhuaycocha para prevenir eventos aluviónicos que impacten el distrito de Santa Cruz.

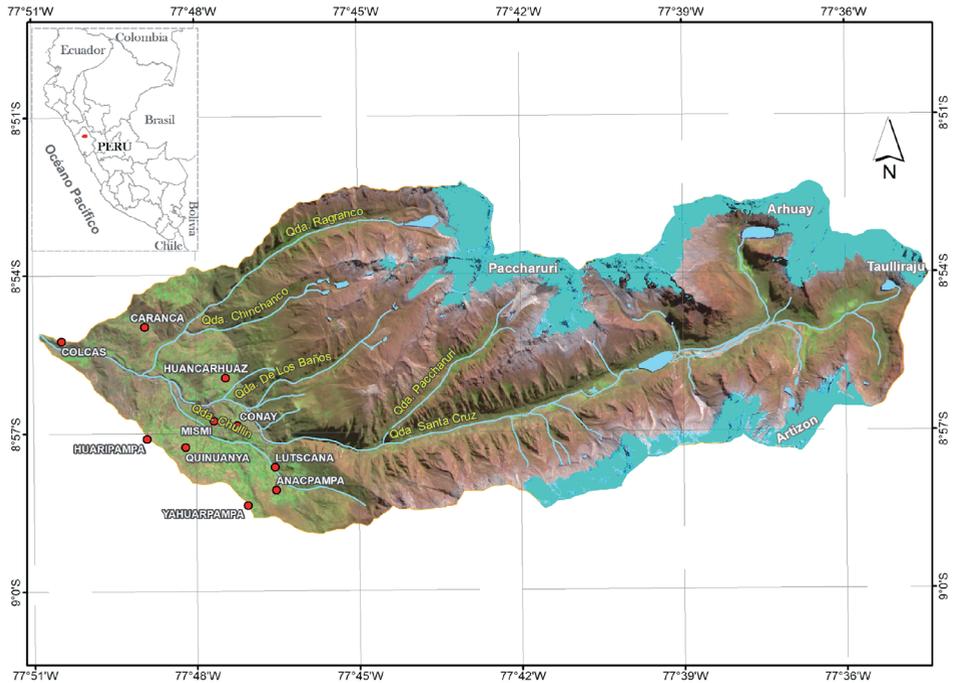


Figura 1. Subcuenca Río Blanco-Santa Cruz. El cuadro superior izquierdo muestra un mapa nivel país indicando la ubicación de la subcuenca (marcador rojo). La imagen mayor a color muestra las ubicaciones de las comunidades en la subcuenca (puntos rojos) y los principales elementos del paisaje.

### 3.1. Recolección de la información secundaria y primaria en campo y gabinete

Las fuentes de información recolectadas fueron primarias y secundarias siguiendo la definición de (Méndez, 2011). Estas se resumen en dos tipos, fuentes primarias y secundarias. Las *fuentes primarias* son las informaciones oral o escrita recopilada principalmente por el investigador a través de relatos o escritos transmitidos por los participantes en un suceso o acontecimiento. Las técnicas de recopilación de estas fuentes son la observación, encuestas, cuestionarios, entrevistas y sondeos (Méndez, 2011). Las *fuentes secundarias* son conformadas por la información escrita (textos, revistas, publicaciones, prensa y otros) que ha sido recopilada y transcrita por personas que han recibido tal información a través de otras fuentes escritas o por un participante en un suceso o acontecimiento.

Las recolección de las fuentes secundarias se llevó a cabo empleando el sistema web de las instituciones públicas y privadas, la recolección de los datos primarios mediante la entrevista a los contactos de la zona de estudio consultadas la cual permitió

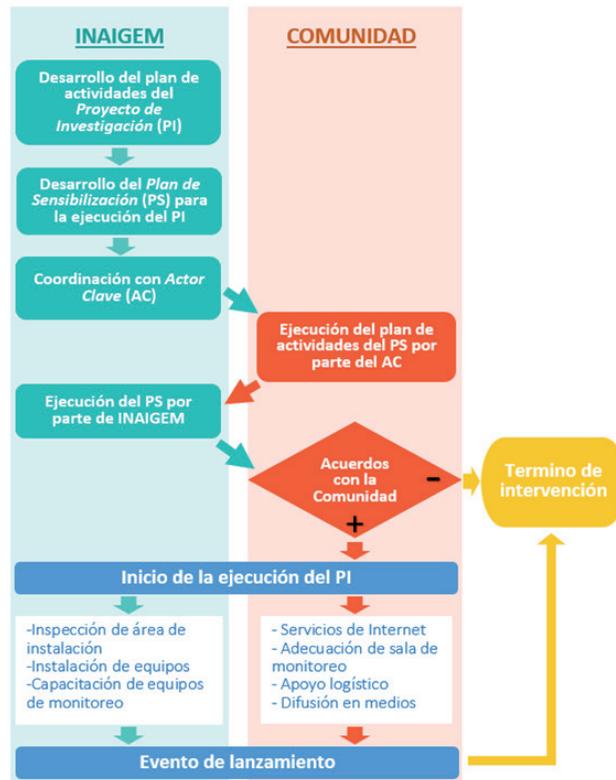


Figura 2. Diagrama de la metodología implementada para la ejecución del proyecto de investigación (PI) para la comunidad del distrito de Santa Cruz, provincia de Huaylas, subcuenca Río Blanco – Santa Cruz, cordillera Blanca, Áncash.

recolectar información de campo, las cuales conforman características sociales de sus medios de vida del distrito de Santa Cruz, como la estadística de la zona de estudio en función a la información generada por instituciones del sector ambiente, análisis de su estructura social, determinación de sus niveles de resiliencia y mitigación ante eventos aluviónicos, evaluación de sus recursos y nivel educativo, evaluación de sus medios o fuentes económicas, entre otros.

### 3.2. Identificación de los actores

La identificación de los actores permite tener una idea clara de quiénes son los actores principales y a la vez enumerar sus caracterizar, entender sus papeles actuales, roles potenciales, responsabilidades, comprender sus intereses, preocupaciones y problemas presentes en el territorio que representan. Aunque existen diversos actores en un cierto territorio, algunos actores claves son líderes de los sectores de la sociedad civil, en el

caso de la subcuenca Río Blanco-Santa Cruz encontramos un actor clave que tiene el cargo de subprefecto del distrito por más de cinco años, quien conoce la realidad social y política del distrito de Santa Cruz y permitió obtener información de la estructura social a escala local.

Otros actores claves se encuentran y son representantes de los más diversos temas y dimensiones de la sociedad regional y local. En todas existen funciones, relaciones e interacciones entre los distintos actores. Igualmente, diferencias o conflictos a diferente escala y nivel de complejidad. La identificación se centró en los temas u objetivos centrales del proyecto y a partir de la respuesta obtenidas dar peso y prioridad a los factores de directa intervención en el proceso operacional. En cada tema implicado hay un actor facultado que representa o que está socialmente investido y con poder de decisión (Figura 3).



**Figura 3. Pasos para la identificación de los actores.** Diagrama de la identificación de los actores en la subcuenca Río Blanco en el distrito de Santa Cruz.

### 3.3. Elaboración de un plan de trabajo

Se desarrolló un plan de las estrategias y metodología para el trabajo que se implantó en las comunidades. El plan resumido contó con las siguientes partes:

- 1) Contacto directo con el actor líder de la comunidad con llegada a la población, quien debe comprometerse a liderar el proyecto (de investigación) ante la comunidad, y que estos trabajos forman parte de la gestión del cargo del actor.
- 2) Inicio de trabajos de difusión y sensibilización con respecto al beneficio del nuevo sistema o tecnología a instalar para el beneficio de la comunidad.
- 3) Reuniones de coordinación y presentación de los planes de investigación y beneficios directos e indirectos a los demás actores con cargos representativos a la comunidad., es decir, a los representantes elegidos o designados por la comunidad

en su estructura social. En estas reuniones, de carácter público, de coordinación se debe de presentar el proyecto de investigación o desarrollo tecnológico en la zona(s) de estudio previamente identificadas de manera simplificada, con poco contenido o lenguaje técnico. Siempre se dejó en claro que INAIGEM no realizaría ninguna actividad o desarrollo de proyectos sin previo permiso o acuerdo con las comunidades (licencia social). Una vez acordado o permitido a INAIGEM a proseguir con las coordinaciones o actividades del proyecto se procede a firmar un acta con todos los participantes.

- 4) Instalación del proyecto de investigación o desarrollo tecnológico, el cual como se indicó en el punto 1, se debe de incluir a los miembros y herramientas de la comunidad. También se deben de tener los permisos y documentos complementarios necesarios para la intervención en zonas protegidas.
- 5) Presentación final o ceremonia de inicio de operaciones del proyecto, con la participación de todos los actores involucrados (población de comunidades, autoridades locales y regionales, representantes de las distintas entidades del estado y privados, etc.).
- 6) Seguimiento y soporte a la manutención del sistema o tecnología instalada por parte de INAIGEM.

#### **3.4. Entrevistas de sensibilización a los actores claves**

Luego de la identificación de los actores claves, como el subprefecto del distrito de Santa Cruz, se procedió a realizar entrevistas informativas. Las principales preguntas hechas, en base a la seguridad y riesgos por ocurrencia de un evento aluviónico (tema asociado al proyecto) de su territorio, fueron: «¿Conoce los riesgos que cuenta su comunidad?», «¿Usted sabe o conoce cuando una zona es considerada vulnerable?», «¿Recuerda algún acontecimiento de aluvión, huayco u otro desastre natural que ocurrió en su comunidad?», «¿Usted desearía que su comunidad estuviera implementada con un sistema de monitoreo dentro de las lagunas o glaciares?». En cada entrevista realizada se daba a conocer la presencia a nivel nacional del INAIGEM; dando a conocer los trabajos de investigación que vienen desarrollando en la laguna Palcacocha con la implementación de un sistema de monitoreo en tiempo real la cual permite evaluar el comportamiento de la laguna y generar información que es de gran utilidad para la comunidad científica y la población en general. Muchos de los entrevistados en la subcuenca Río Blanco-Santa Cruz desconocían la presencia y las investigaciones que viene desarrollando el INAIGEM. Con la información brindada a los actores claves (o líderes claves en esta subcuenca) se buscó que ellos sean los intérpretes de los beneficios de las actividades de INAIGEM en su propio lenguaje coloquial. Así, a través de la divulgación de la

información recopilada por los actores claves, se generó un gran interés por parte de la población quienes luego solicitaban al alcalde del distrito de Santa Cruz que lidere y busque alianzas estratégicas con el INAIGEM para la ejecución de proyectos de este tipo benéficos para ellos.

#### **4. RESULTADOS**

Es importante definir o conocer el tipo de estructura social de territorio a intervenir, en este caso el distrito de Santa Cruz (Figura 1), siguiendo la metodología antes indicada. A continuación, se detalla el trabajo en campo, e información recopilada, al aplicar los pasos y metodología de la sección 3, sobre el territorio de la subcuenca Río Blanco-Santa Cruz.

##### **4.1. Recolección de información secundaria**

Inicialmente se buscó información en gabinete de intervenciones anteriores (por ejemplo, censos, Ministerio de Agricultura, Turismo, etc.), para establecer la estructura social de la zona de estudio. Luego, se identificaron los actores claves, y, posteriormente, se realizaron trabajos de sensibilización con los mismos, respecto a los beneficios del proyecto de investigación.

###### *4.1.1. Población*

En el distrito de Santa Cruz, las personas habitan en espacios rurales, esto es, en las zonas de producción agrícola y pecuaria. Debido a que la población se agrupa en espacios amplios se tiene como resultado una densidad poblacional baja.

**Tabla 1. Número de población en el distrito de Santa Cruz**

Población total	4229
Hombres	2081
Mujeres	2148

Fuente: Censo poblacional 2017 (INEI, 2018).

###### *4.1.2. Salud*

El distrito de Santa Cruz cuenta con tres establecimientos de salud ubicados en diferentes centros poblados, los cuales son diferenciados por categorías por el Ministerio de Salud (MINSA) como se da en Huaripampa, donde se ubica un centro de salud de categoría I-3, con atención médica integral ambulatoria (MINSA, 2011). En los

centros poblados de Colcas y Tzactza se tienen postas de salud de categoría I-1, donde se brinda atención integral ambulatoria.

#### 4.1.3. Educación

Se censó diez centros de educación de nivel inicial, donde estudian niños de tres a cinco años. También, se identificaron seis instituciones educativas que cuentan con los niveles primario y secundario, y tres instituciones educativas más, pero brindan clases solamente a nivel primario (Ministerio de Educación [MINEDU], 2019).

#### 4.1.4. Agricultura

El distrito de Santa Cruz tiene una cobertura agrícola de 3962 hectáreas (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2020), donde se siembran legumbres como arveja y holantao (*Pisum sativum*) con alta demanda en el mercado local, nacional e internacional, otro producto de mayor importancia económica es la kiwicha. Además, la agricultura es la principal actividad que genera mayores ingresos económicos en dicha zona de estudio.

#### 4.1.5. Turismo

Una actividad económica que predomina en esta subcuenca es el turismo; pero no todos los centros poblados son beneficiados por esta actividad económica, siendo el centro poblado de Cashapampa quien se encuentra en la zona de mayor afluencia turística donde se inicia el *trekking* (caminatas) de cuatro días, recorriendo entre montañas y lagunas de origen glaciar, con alta exigencia física, que alcanzan los 4750 metros de altitud; pero indirectamente los otros centros poblados llegan a beneficiarse de esta actividad.

#### 4.1.6. Consolidado de la información

Este trabajo se realizó en gabinete con la sistematización de toda la información obtenida en campo. Este consolidado permitió generar una base de datos con información primaria y secundaria. Al realizar este trabajo social se tuvo como resultado la identificación de los actores principales para poder recopilar la información de que son fuentes primarias.

### 4.2. Identificación de actores claves con mayor poder político y social

Esta etapa fue la más importante para poder identificar a los actores claves y saber cuál es el nivel de incidencia dentro de la población y la comunidad. Existen líderes que mueven masas y tienen poder de convencimiento a la población muy alto; del mismo

modo que pueden influir de forma positiva y negativa en la toma de decisiones dentro de la sociedad. Se identificó la alta aceptación del alcalde de Santa Cruz, mediante visitas a campo, entrevistas con otras autoridades de menor rango y la mayor cantidad de población posible. Esto último fue un trabajo discreto y de inserción de personal de INAI GEM en la comunidad de forma directa, y siempre identificándose con los entrevistados. La muestra de identidad por parte de los especialistas de INAI GEM con la institución es algo que debe de ser constante en todo el proceso, para mostrar siempre que todo es un trabajo profesional, transparente y sin ningún tipo de favoritismo político.

### **4.3. Diseño y ejecución de un plan de trabajo**

Siguiendo la metodología indicada en la sección 3.2 (Figura 2) se procedió a diseñar el plan en base a la información recolectada (sección 4.1). Los componentes del plan fueron las siguientes:

1. Se identificó al actor clave para el distrito de Santa Cruz, para este caso fue el alcalde del distrito. Luego de acercamientos directos con el alcalde se concertó una reunión de presentación de propuesta de trabajo en INAI GEM. En dicha reunión se solicitó que el alcalde lidere la propuesta de instalación del sistema de monitoreo como parte de la gestión municipal en colaboración de INAI GEM. Además, se acordó que el alcalde iniciaría estas gestiones con una solicitud a INAI GEM para realizar trabajos de sensibilización a la comunidad y apertura para el inicio de las coordinaciones para implementar el proyecto de investigación o desarrollo tecnológico. Cabe precisar que esta modalidad es clave, debido que un pedido por parte del actor líder simboliza la buena fe de las autoridades para con el proyecto a ejecutarse, sirve para que, en este, caso INAI GEM pueda destinar recursos y equipos para la implementación del proyecto en beneficio de la comunidad solicitante, y sirve como sustento ante la comunidad que es un inicio de gestión por parte de la autoridad que los representa. Cabe resaltar y se debe siempre señalar, que toda programación de actividades de este tipo de proyectos, debe de incluir a miembros y herramientas de las comunidades (personal municipal, arrieros, acémilas, etc.), para que se visualice las actividades del proyecto de investigación y los mismos miembros de la comunidad participantes den fe del buen actuar y cumplimiento de los compromisos mutuos. Además, la participación de la comunidad en los proyectos es un beneficio directo a los medios de vida de las comunidades al brindarles trabajos y participar en las mejoras de sus condiciones de vida. También se debe de coordinar los primeros trabajos de difusión y sensibilización para la comunidad respecto al beneficio del nuevo sistema o tecnología a instalar.

2. Posteriormente se procedió con los trabajos de sensibilización y difusión. Este trabajo está enfocado en brindar información a la comunidad de una forma didáctica y natural, es decir, usando los mismos medios de comunicación que la comunidad usa usualmente para estar informados. Para el caso del distrito de Santa Cruz, se diseñaron cortos microprogramas por radio local, donde se explicaban qué es INAIGEM, qué trabajos realiza asociados a los peligros de futuros aluviones en la zona, sensibilización ante la disponibilidad y manejo del recurso hídrico, presentación de beneficios del proyecto a ejecutarse a partir de la solicitud del alcalde de Santa Cruz. También el trabajo de difusión y sensibilización se realizó a través de presentaciones de INAIGEM en los colegios, tomando en consideración que los comuneros son más abiertos y escuchan en más detalle la información que sus hijos aprenden en las escuelas. Además, en el estudio de información social previa, se vio que son los colegios donde se encuentra gran cantidad de la población involucrada directa o indirectamente. Complementariamente, se realizaron algunas infografías o información en boletines para repartir a la comunidad. Dar a conocer la línea de trabajo que realiza el INAIGEM fue de gran importancia para poder llegar a la población y las autoridades.

Fue de gran importancia realizar un trabajo previo de sensibilización, dando a conocer los trabajos que se viene realizando en la « Quillcay con la implementación del sistema de monitoreo en tiempo real de la laguna Palcacocha, lo cual permite que desde un operador móvil se puede observar el comportamiento de la laguna. Desde un equipo móvil se mostró a los pobladores de la subcuenca Río Blanco-Santa Cruz el video en tiempo real de la laguna Palcacocha, la población quedó muy admirada y sorprendida al ver que hoy en día existe tecnología que permite observar y transmitir imágenes en tiempo real. La población en esos momentos comentaba que a ellos les gustaría tener un sistema de monitoreo en tiempo real y que acudirían ante la máxima autoridad del distrito para que este solicite a la entidad investigadora para formular la solicitud y pedir que se realice alianzas de trabajo para poder contar con un sistema de monitoreo de control de la laguna Arhuaycocha.

3. Luego, a través del alcalde, se convocó a una reunión a los representantes elegidos o designados por la comunidad en su estructura social. En estas reuniones (públicas) de coordinación se presentó el proyecto de investigación o desarrollo tecnológico en la zona de estudio previamente identificadas de manera simplificada, con poco contenido o lenguaje técnico. Un punto muy importante en esta reunión fue que se dejó en claro que INAIGEM no realizaría ninguna actividad o desarrollo de proyectos sin previo permiso o acuerdo con las comunidades (licencia social). Una vez acordado o permitido a INAIGEM a proseguir con las coordinaciones o

actividades del proyecto por parte de los representantes de la comunidad, se procedió a firmar un acta con todos los participantes involucrados.

4. Inicio de actividades de instalación del sistema de monitoreo se realizó con la participación de miembros de la comunidad, quienes también alquilaron (por ejemplo, acémilas de carga) y prestaron (por ejemplo, espacios de trabajos) herramientas. Asimismo, se presentó los documentos necesarios para los convenios entre INAIGEM y la municipalidad de Santa Cruz. También se procedió a la documentación necesaria para solicitar los permisos correspondientes para la instalación de equipos en zona protegida que administra el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado peruano (SERNANP).
5. La ceremonia de inauguración del sistema de monitoreo de la laguna Arhuaycocha, fue realizada en las instalaciones del municipio de Santa Cruz (Figura 4), con una organización conjunta entre personal del INAIGEM y personal del Municipio de Santa Cruz. Además, tuvo la participación de alcaldes y/o representantes de las diversas comunidades de las distintas subcuencas con lagunas peligrosas en la cordillera Blanca (subcuencas Río Blanco-Santa Cruz, Lullán-Parón, Ranrahirca, Quillcay, y Pariac-Rajucolta), también se contó con personal de instituciones vinculantes al sistema de prevención de riesgos asociados a glaciares, como el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), entre otros. Asimismo, se contó con la participación de representantes de la empresa privada Duke Energy Perú, ubicada en la central hidroeléctrica Cañón del Pato. Además, esto fue un evento público donde participaron la prensa local y regional, así como la comunidad en general.
6. Luego se procedió a dar soporte y seguimiento al sistema para garantizar su buen funcionamiento, y que la información transmitida desde la laguna Arhuaycocha sea retransmitida a las instalaciones de INAIGEM para proseguir con los trabajos de investigación como la detección de avalanchas utilizando las imágenes de video, o estudios de detonantes climáticos de aluviones en base a la información de la estación meteorológica instalado a más de 4500 m s.n.m. cerca de la laguna Arhuaycocha, entre otras investigaciones.

#### **4.4. Consideraciones para realizar trabajos de investigación en comunidades en zonas de peligro**

Para poder iniciar con la identificación de los actores claves y los involucrados en esta subcuenca Río Blanco-Santa Cruz se inició con la identificación de las personas – líderes que demuestran mayor influencia social—; luego se realizaron las entrevistas iniciando



**Figura 4. Sistema de monitoreo Arhuaycocha.** (a) Antena emisora de datos de video vigilancia desde la laguna Arhuaycocha. (b) Imagen de video en tiempo real que se transmite a través de la antena de Arhuaycocha. (c) Antena receptora ubicada sobre el techo de la Municipalidad de Arhuaycocha. (d) Sistema de monitoreo mostrando el video en tiempo real de la laguna Arhuaycocha en las instalaciones de la municipalidad. A la izquierda la presidenta ejecutiva de INAIGEM la doctora Maria Gisella Orjeda y a la derecha el alcalde del distrito de Santa Cruz, el señor Miguel Leiva. (e) Ceremonia de inauguración del sistema de monitoreo en las instalaciones del Municipio de Santa Cruz, con participación de alcaldes y diversos actores de las distintas subcuencas con lagunas peligrosas de la cordillera Blanca, en Áncash, el día martes 07 de enero del año 2020. (f) Foto de acto protocolar del inicio del monitoreo de la laguna Arhuaycocha desde las instalaciones del municipio, entre las autoridades locales y los representantes de INAIGEM.

con un segundo nivel de actor clave, como el que fue identificado, el subprefecto del distrito de Santa Cruz, quien tiene mandato en los dieciséis tenientes gobernadores que trabajan en los centros poblados del distrito de Santa Cruz. Una técnica empleada para la recopilación de la información primaria de los aspectos sociales en esta subcuenca fueron las entrevistas donde se tomaron los testimonios, datos históricos que acontecieron y que generaron secuelas en la prevención de riesgos y peligros de posibles aluviones.

## **5. DISCUSIÓN**

Cabe mencionar que siempre se recalcó que el INAIGEM es un instituto de investigación que no realiza ningún tipo de obra social debido a que este instituto tiene el mandato de solo realizar investigación en beneficio de las poblaciones. Igualmente, en todo el proceso, reiterativamente, se dejó bien en claro que el INAIGEM no realiza ningún tipo de actividad política, ni apoya a ningún político en temas proselitistas. Lo que sí se planteó que INAIGEM apoya a cualquier comunidad a través de sus autoridades (o actores líderes) para la ejecución de proyectos de investigación y/o desarrollo tecnológico en beneficio de los pobladores.

Estas clarificaciones, repetitivas, fueron muy importantes para que la gente tenga claro lo que INAIGEM puede hacer y lo que no. Por ejemplo, la participación de porteadores de la localidad es algo que no tiene que asociarse a ninguna actividad del tipo político, solamente esto fue una forma directa de ayudar a la población de bajos recursos. Asimismo, las reuniones en Santa Cruz siempre fueron abiertas para la comunidad y sus representantes, para que todos puedan participar y opinar con ningún tipo de sesgo político.

La metodología presentada en este documento, se viene validando en otras zonas de estudio, como la subcuenca Lullán-Parón, donde se tiene avances en las coordinaciones con los actores claves para poder gestionar la instalación de un nuevo sistema de monitoreo en la laguna Parón, la cual tiene una capacidad de más de 70 millones de metros cúbicos, lo que la vuelve altamente peligrosa para generar aluvión. Dicha metodología se viene implementando en zonas de la cordillera Blanca, pero las comunidades alto andinas tienen problemas y una estructura social similar a través de los Andes, por lo que se podría aplicar la misma metodología en otras zonas altoandinas diferentes de la cordillera Blanca, con algunos ajustes de adaptabilidad.

## **6. CONCLUSIONES**

Aquí se presentó la metodología usada para la instalación de un sistema de monitoreo en la subcuenca Río Blanco-Santa Cruz, de forma exitosa, involucrando a la comunidad, volviendo la ejecución del proyecto de investigación con desarrollo tecnológico suyo,

para su beneficio, a través de su actor clave que fue la alcaldía de Santa Cruz y personal de la comunidad involucrado en la instalación del sistema de monitoreo.

Esta metodología de intervención de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico debe de replicarse para generar sensibilización en la gestión y riesgos de desastres de origen glacial, la población es consciente que si sucediera un acontecimiento de esta naturaleza las poblaciones sufrirían grandes daños materiales y salud.

Se espera que esta investigación sea un punto de partida para iniciar a concretar proyectos de prevención y monitoreo en convenio con instituciones que realizan investigación en glaciares y ecosistemas de montaña, y no vuelva a ocurrir una respuesta negativa ante tipo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, como el vandalismo ocurrido en la laguna 513 de un sistema de monitoreo similar (Huggel *et al.*, 2020; Fluxá-Sanmartín *et al.*, 2018).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carey, M., Huggel, C., Bury, J., Portocarrero, C. y Haeberli, W. (2012). An integrated socio-environmental framework for glacier hazard management and climate change adaptation: lessons from Lake 513, Cordillera Blanca, Peru. *Climatic Change*, 112, 733-767. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0249-8>
- Fluixá-Sanmartín, J., García-Hernández, J., Huggel, C., Frey, H., Cochachin-Rapre, A., Gonzales-Alfaro, C. A., Meza-Román, L. y Masías-Chacón, P. A. (2018). Highlights and Lessons from the Implementation of an Early Warning System for Glacier Lake Outburst Floods in Carhuaz, Peru. En S. Hostettler, S. Najih Besson, J.C. Bolay (eds.), Chapter 16, *Technologies for Development*. UNESCO 2016. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-91068-0>
- Frey, H., García-Hernández, J., Huggel, C., Schneider, D., Rohrer, M., Gonzales Alfaro, C., Muñoz Asmat, R., Price Rios, K., Meza Román, L., Cochachin Rapre, A., Masias Chacon, P. (2014). An Early Warning System for lake outburst floods of the Laguna 513, Cordillera Blanca, Peru. En *International Conference on the Analysis and Management of Changing Risks for Natural Hazards*, Padua (I), 18-19 November 2014, online. <https://doi.org/10.5167/uzh-103156>
- Garreaud, R. D. (1999). Multiscale analysis of the summertime precipitation over the central Andes. *Monthly Weather Review*, 127(5), 901-921. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1999\)127<0901:MAOTSP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1999)127<0901:MAOTSP>2.0.CO;2)
- Garreaud, R. D. (2009). The Andes climate and weather. *Advances in Geosciences*, 22, 3-11. <https://doi.org/10.5194/adgeo-22-3-2009>
- Garreaud, R., Vuille, M. y Clement, A. (2003). The climate of the Altiplano: Observed current conditions and mechanisms of past changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 194, 5-22. [http://doi.org/10.1016/S0031-0182\(03\)00269-4](http://doi.org/10.1016/S0031-0182(03)00269-4)

- Heidinger, H., Carvalho, L., Jones, C., Posadas, A. y Quiroz, R. (2018). A new assessment on total and extreme rainfall trends over central and southern Peruvian Andes during 1965-2010. *International Journal of Climatology*, 38(S1), e998-e1015. <https://doi.org/10.1002/joc.5427>
- Hill, S. (2016). Preparing Peruvian Communities for Glacier-based Adaptation, *GlacierHub*, 27 June 2016. Recuperado de <https://glacierhub.org/2016/06/27/preparing-peruvian-communities-glacier-based-adaptation/>
- Huggel, C., Cochachin, A., Drenkhan, F., Fluixá-Sanmartín, J., Frey, H., García-Hernandez, J., Jurt, C., Price, K. y Vivuña, L., (2020). Glacier Lake 513, Peru: Lessons for early warning service development. *WMO Bulletin*, 69(1), 45-52.
- Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistema de Montaña - INAIGEM (2018). *Inventario Nacional de Glaciares, Las cordilleras glaciares del Perú*. INAIGEM. Recuperado de [http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/15176\\_inventario-nacional-de-glaciares-las-cordilleras-glaciares-del-peru.pdf](http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/15176_inventario-nacional-de-glaciares-las-cordilleras-glaciares-del-peru.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2018). *Perú - resultados definitivos de los Censos Nacionales 2017, XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018, Tomo I, 837. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaless/Est/Lib1544/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1544/)
- Mallqui H., Valverde H., Rosales J., Rosario A. (2016). *Información de parcelas piloto de la subcuenca Río Blanco*. Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña, <https://www.inaigem.gob.pe/wp-content/uploads/2019/05/Informe-Parcela-Rio-Blanco.pdf>
- Méndez, C. (2011). *Metodología diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales*. 4ta edición. México: Limusa.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI (2020). Oficializan el Mapa Nacional de Superficie Agrícola del Perú. R. M. N° 0322-2020-MIDAGRI, Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Perú. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/midagri/normas-legales/1433393-0322-2020-midagri>
- Ministerio de Educación - MINEDU (2019). Anexo 2: Padrón de Instituciones Educativas Públicas de Educación Básica Regular del Nivel Inicial Escolarizado, Primaria y Secundaria, comprendidas en Educación Intercultural Bilingüe de acuerdo al criterio lingüístico. R. M. N° 093-2019-MINEDU - Aprueban padrones de instituciones educativas públicas y dictan diversas disposiciones, Ministerio de Educación, Perú. Recuperado de <http://escale.minedu.gob.pe/rm093>
- Ministerio de Salud - MINSA (2011). Norma Técnica de Salud «Categorías de establecimientos del sector salud». MTS N° 021-MINSA-/DGSP-V.03, R. M. N° 546-2011-MINSA, Ministerio de Salud, Perú. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/243402-546-2011-minsa>

- Quiroz R., Yarleque, C., Posadas, A., Mares, V. y Immerzeel, W. W. (2011). Improving daily rainfall estimation from NDVI using wavelet transform. *Environmental Modelling & Software*, 26(2), 201-209. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.07.006>
- Schoolmeester, T., Johansen, K.S., Alfthan, B., Baker, E., Hesping, M. y Verbist, K. (2018). *Atlas de glaciares y aguas andinos. El impacto del retroceso de los glaciares sobre los recursos hídricos*. Unesco y GRID-Arendal. Recuperado de <https://grid.cld.bz/Atlas-De-Glaciares-y-Aguas-Andinos>
- Veetil, B.K. y Kamp, U. (2019). Global Disappearance of Tropical Mountain Glaciers: Observations, Causes, and Challenges. *Geosciences*, 9(5), 196. <https://doi.org/10.3390/geosciences9050196>
- Vuille, M., Carey, M., Huggel, C., Buytaert, W., Rabatel, A., Jacobsen, D., Soruco, A., Villacis, M., Yarleque, C., Elison-Timm, O., Condom, T., Salzmann, N. y Sicart, J. E. (2018). Rapid decline of snow and ice in the tropical Andes – Impacts, uncertainties and challenges ahead. *Earth-Science Reviews*, 176, 195-213. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.09.019>
- Vuille, M., Kaser, G. y Juen, I. (2008). Glacier mass balance variability in the Cordillera Blanca, Peru and its relationship with climate and the large-scale circulation. *Global Planet. Change*, 62(1-2), 14-28. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2007.11.003>.
- Yarleque, C., Vuille, M., Hardy, D., Posadas, A. y Quiroz, R. (2016). Multi-scale assessment of spatial precipitation variability over complex mountain terrain using a high-resolution spatiotemporal wavelet reconstruction method. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121(20), 12198-12216. <https://doi.org/10.1002/2016JD025647>