

51

Fecha de presentación: octubre, 2021

Fecha de aceptación: diciembre, 2021

Fecha de publicación: febrero, 2022

SOLUCIONES

TECNOLÓGICAS ANCESTRALES Y SU APLICACIÓN EN TIEMPOS ACTUALES

ANCESTRAL TECHNOLOGICAL SOLUTIONS AND THEIR APPLICATION IN CURRENT TIMES

Enrique Alejandro Barbachán Ruales¹

E-mail: ebarbachan@une.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3175-8896>

Miguel Alejandro Barbachán Villalobos²

E-mail: abv.miguel@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3145-4999>

Jorge Cáceres Coral³

E-mail: jcaceres@unaaa.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8905-2979>

Carol Nadiezhda Ruiz Camus³

E-mail: nruiz@unaaa.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3527-4779>

Edwin Roi Casas Huamanta³

E-mail: rcasas@unaaa.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1728-8488>

¹ Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Perú.

² Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Perú.

³ Universidad Nacional Autónoma del Alto Amazonas. Perú.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Barbachán Ruales, E. A., Barbachán Villalobos, M. A., Cáceres Coral, J. J., Ruiz Camus, C. N., & Casas Huamanta, E. R. (2022). Soluciones tecnológicas ancestrales y su aplicación en tiempos actuales. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(S1), 476-486.

RESUMEN

El presente trabajo pretende, reconocer y revalorar las soluciones tecnológicas que aplicaron nuestros antepasados en concordancia con el medio a fin de ser aplicados en tiempos actuales. Investigación cuantitativa, de tipo descriptiva con método etnográfico, tecnológico, aplicado en estudiantes, docentes y egresados universitarios del área tecnológica e ingeniería. La muestra es no probabilística a través de un muestreo por conveniencia. Concluyendo que, efectivamente nuestros antepasados aplicaron diversas soluciones tecnológicas en concordancia con su medio, dentro de las que encontramos, para el aspecto minero metalúrgico, las Huayras; en el tratamiento y siembra del agua las Amunas; en la infraestructura, las tecnologías sísmo resistentes usando las bolsas de mallas o Shicras; en el manejo del suelo y del agua, los camellones o Waru warus, producción en las zonas inundables o ribereñas, agricultura en suelos de la Várzea amazónica, dichas tecnologías tienen aplicación en tiempos actuales, las que serían rentables y de conveniencia en un sistema eco sostenible, solo el 22% de los encuestados tiene conocimiento de estas tecnologías por lo que es necesario enseñarlas desde la educación básica.

Palabras clave: Talento científico, tecnología ancestral, medio ambiente, solución tecnológica.

ABSTRACT

The present work aims to recognize and revalue the technological solutions that our ancestors applied in accordance with the environment in order to be applied in current times. Quantitative research, of a descriptive type with an ethnographic, technological method, applied to students, teachers and university graduates in the technological and engineering area. The sample is non-probabilistic through convenience sampling. Concluding that, effectively, our ancestors applied various technological solutions in accordance with their environment, among which we find, for the metallurgical mining aspect, the Huayras; in the treatment and planting of water las Amunas; in infrastructure, earthquake-resistant technologies using mesh bags or Shicras; in soil and water management, the waru warus, production in floodplain or riverside areas, agriculture in Amazonian Várzea soils, these technologies have application in current times, which would be profitable and convenient in an eco system. sustainable, only 22% of those surveyed have knowledge of these technologies, so it is necessary to teach them from basic education.

Keywords: Scientific talent, ancestral technology, environment, technological solution.

INTRODUCCIÓN

Nuestros antepasados, en base a una visión científica y tecnológica desarrollan soluciones a diversas problemáticas que en su contexto le eran recurrentes, teniendo en consideración su entorno, logrando un conocimiento propio y tecnologías aplicadas de orden práctico, que con el transcurrir del tiempo han sido dejadas de lado, pero a realizar los estudios respectivos en algunos de ellos, vemos que tendrían vigencia en la actualidad

Tratándose de un estudio transdisciplinar de aspectos tecnológicos, naturales, medio ambientales, arqueológicos, históricos, en una diferente manera de ver, y concebir su entorno con el aspecto tecnológico y de comprensión del mundo. Este, ha de permitir enfocar en marcos de referencia teóricos aplicativos y tecnológicos en su entendimiento de como aplicar el aspecto tecnológico en concordancia con su biodiversidad circundante en un intento de un “rescate socio tecnológico ambiental”, de técnicas aplicadas en la antigüedad y recogidas hacia tiempos actuales.

Entre las cuales tenemos para el aspecto minero metalúrgico, las Huayras; en el tratamiento y siembra del agua las Amunas; en la infraestructura, las tecnologías sismo resistentes usando las bolsas de mallas o Shicras; en el manejo del suelo y del agua, los camellones o Waru warus, agricultura en la Verzea amazónica.

La actividad minero metalúrgica asume la herencia tecnológica del poblador andino, teniendo en consideración que las primeras evidencias del trabajo con metales datan de unos 1500 años antes de Cristo, lo cual indica que, el desarrollo metalúrgico fue propio e independiente a como se desarrolló en el antiguo continente. Son reducidas las investigaciones arqueo metalúrgicas de identificación de sitios para la explotación minera y de transformación metalúrgica de minerales como el cobre (del quechua Anta) y sus diversas aleaciones, estaño (Chapi), plata (Qolque), plomo (Tití), oro (Qori) y otros que fueron mayormente utilizados.

González (2002), refiere que, en el espacio andino, hubo una atención especial hacia el trabajo de los metales y sus aleaciones, la manera en que estos materiales fueron procesados conllevaron a innovaciones técnicas para la época, desarrolladas a tal fin. Pusieron en evidencia una gran capacidad para controlar la compleja interacción de las variables tecnológicas, logrando la producción de sus objetos de singular belleza y utilidad.

El proceso metalúrgico, se realiza cuando se transforma el mineral en estado natural a metal mediante la acción de fundición. Evidencias encontradas y documentas refieren

entre otros a Batan Grande en la costa norte de peruana. Shimada & Merkel (1991), indican, tratándose de hornos de fundición en forma de pera, excavados en la tierra y de 25 centímetros de altura, cubiertos de arcilla refractaria, logrando temperaturas de 1150°C, la inyección de aire se realizaba por insuflación de dos o tres personas, mediante cañas que terminaban en toberas de cerámica con un reducido diámetro a fin de producir bronce arsenical.

El otro proceso de mayor difusión en los andes son los hornos conocidos como huayras (viento en quechua), para procesos de fundición aplicado en metales como plata el plomo y otros. Se tiene referencia de ellas mediante fuentes documentales desde el siglo XVI, por Alonso Barba (1640), que en su publicación del “Arte de los metales”, que indica lugares, equipos, procedimientos y utensilios de procesos de fundición.

Encontramos procesos de fundición mediante las huayras en diversas zonas del antiguo Perú (con influencia inca), entre los que tenemos a Potosí en Bolivia, Catamarca, Quillay, Salta en Argentina y en Curamba departamento de Apurímac, sierra sur del Perú.

Según, Brooks & Vetter (2012), refieren que “*Curamba fue interpretado como un lugar de fundición de plata utilizado desde el siglo XVI, antes de la llegada de los españoles*” (p.206). “*en los andenes existen numerosos hornos de fundición*”: (Olaechea, 1901, p. 3)

En Curamba refieren rastros de cuarenta baterías de hornos, siendo ordenados en grupos de tres, los de los extremos tienen dimensiones aproximadas de 1 x 0.7mt.; de forma circular abierto en la parte superior (cuya función es la expulsión de gases), la base en forma de domo. Aprovechando el viento que es orientado por medio de agujeros, en la periferia de la superficie, con un soporte de ingreso o captación hacia el interior logrando que se airee el combustible colocado al interior del horno.

En la zona corre vientos de gran intensidad, sobre todo en las partes altas lo que ha favorecido a la ubicación de las huayras a fin de aprovechar las condiciones de fluencia del viento, teniendo una mayor incidencia por la tarde.

Bargalló (1969), describe a las huayras de la siguiente manera: “*era un horno pequeño portátil, de barro crudo antes del uso, forma troncocónica o troncopiramidal cuadrada, invertida; alto, una vara (83,59 cm) o poco más: de media vara el ancho de la base superior abierta o boca; y de una tercia la inferior, paredes del grueso mínimo de un dedo, con orificios redondos repartidos con uniformidad o predominantes en el pie, a modo de librilla se recoge el metal fundido y la escoria. Su combustible era estiércol de llama, con carbón, o solo de carbón; y el fuego era*

avivado por el viento que penetraba por los agujeros de unas paredes” (p.43)

En la producción de la huayra, es necesario que los minerales hayan pasado por el proceso de molienda, ya que en “el proceso de fundición es requerido un promedio de dos tercios de plata de alta ley y un tercio con plata de bajo termino conocido como “soroche”, el cual era usado para permitir que la plata pudiese correr” (Salazar-Zoler, 2020, p.116). En la parte del fondo al interior de la huayra era ubicado el combustible y encima de este la mezcla de minerales, teniendo prioridad el plomo pues su punto de fusión es menor, lo que apoya a la fundición de la plata, el resultado era una mezcla de plomo y plata. Separando luego el plomo con proceso de recalentamiento, obteniendo así la plata.

El combustible en aplicación de las huayras fue el carbón vegetal, aunque hay evidencias del uso del maíz. Este ***“combustible no es extraño, ya que proporcionaría un fuego lo suficientemente fuerte para propósitos de tostar o para el calentamiento inicial de un horno o similar antes de introducir un combustible que fuese más lento y de mayor duración”*** (Vetter, et al., 2008, p.463). Así también usaron el ichu, y la queña (*Polylepis incana*), cuyo árbol crece en el lugar.

Respecto a las huayras de las laderas del Cerro Rico en Potosí, los cronistas indican que en las noches de fuerte viento todo el cerro era iluminado por la cantidad de huayras en funcionamiento.

Las huayras fueron un método de obtención de algunos minerales entre ellos principalmente la plata que cuyo en el desuso hacia el decenio de 1570 por la introducción del método de amalgamación de parte de los españoles.

El Perú integra una de las regiones de mayor potencial y actividad sísmica del planeta a consecuencia de que está situada en el Cinturón de Fuego del Pacífico, debido a los procesos de convención del manto, como consecuencia de la interacción de dos placas convergentes resultando en el proceso orogénico contemporáneo constituido por los andes.

Este proceso orogénico incide entre las placas Sudamericana y de Nazca, mediante un proceso de subducción, en que la placa de Nazca se introduce por debajo de la Continental o Sudamericana causando una geodinámica de suma actividad y como consecuencia una intensa actividad sísmica en la región y las consecuencias que ello trae.

Entre los últimos movimientos sísmicos de mayor magnitud y de intensidad superior a 7° en la escala de Richter tenemos, Arequipa (1958-1960), Lima (1966), Chimbote

y Callejón de Huaylas (1970), Lima (1974), Moyobamba (1991), Lima (1993), Nazca (1996), Arequipa (1999), Moquegua (2001), Pisco (2007) (Seiner, 2017). Siendo los más intensos y funestos el del 70 con un saldo de 75,000 muertos y 380,000 heridos, el de Pisco 2007 con 596 víctimas y 1 291 heridos, ambos provocando además daños considerables a las infraestructuras y vías de comunicación. Por lo que se ve una actividad sísmica bastante intensa en un corto tiempo.

Según Silgado (2018), la primera referencia documentada obtenida por fuentes secundarias, acerca de terremotos en el territorio peruano corresponde al siglo XV durante el incanato refiere: ***“El Padre Murúa recoge la tradición de que antes de la dinastía del Inca Sinchi Roca, habían ocurrido fuertes temblores en el Cuzco y que en la época del Inca Túpac Yupanqui (1471~1493), un gran terremoto destruyó el primitivo asiento de la ciudad de Arequipa, en que perecieron todos sus habitantes y hubo erupción del volcán Misti. Por los años 1513 a 1515”*** (p.16)

Por tanto, ya desde tiempos inmemorables, se tiene referencia del problema sísmico que afronta el territorio, ante ello el poblador en base a su accionar y desarrollo tecnológico, propone técnicas constructivas sismo resistentes, muy avanzadas para la época, sobre todo en la costa central del Perú.

Los habitantes de Caral, que es la expresión de mayor antigüedad de la civilización, no solo del Perú sino del continente, debido a sus más de 5000 años de antigüedad, conformada por un sistema complejo de asentamientos, edificios monumentales, y templos menores, que hasta la actualidad se mantienen en pie, por las técnicas de sus sistemas constructivos que tenían daños menores ante eventos sísmicos.

Distintas investigaciones revelan la presencia de shicras rellenas con piedras, como núcleo de sus construcciones, Las shicras son bolsas tejidas con mallas de soguillas. De este modo, las shicras rellenas con piedras forman un sistema constructivo sismorresistente para construcciones masivas.

“La palabra shicra viene de la lengua quechua sikra, que significa cesta o cestilla tejida. Con ella se conoce a un tipo especial de bolso de fibra vegetal que se tejió desde la época del precerámico hasta la actualidad” (Mincetur, 2011, p.6). Esta técnica es empleada en las construcciones de los sitios arqueológicos como de la Galgada en Ancash, Caral al norte de Lima, Huaca Prieta en el valle de Chicama, La Libertad, y otros, hallados en la Costa central y norcentral del Perú, utilizando para ello una diversidad de fibras vegetales de la zona, como la totora, el junto, cabulla u otro tipo de pasto o gama.

Según Altamirano & Bueno (2011), la técnica de las shicras era usada como: *“amortiguador de estructuras, depositadas dentro de las paredes y bases de los templos, con la finalidad de atenuar las consecuencias de las vibraciones de las ondas sísmicas y terremotos que ocurrían permanentemente en la costa central y sur. Esta técnica ingeniosa predominó entre 3000 y 800 a. C.”* (p.57).

Las shicras son bolsas de fibra vegetal tejidas en forma de malla de soguilla, rellenas con piedras (cantos rodados, piedras canteadas, cascajo entre otras), las cuales permiten un desplazamiento controlado de ellas durante el proceso sísmico, contrarrestando y minimizando el empuje lateral entre bolsas, están situadas en el eje constructivo de la pirámide. Mediante esta técnica de control en el desplazamiento de las piedras, permiten a sus núcleos o ejes constructivos una mayor estabilidad.

Por lo que cuando dada la ocurrencia de un movimiento sísmico de magnitud, los ejes constructivos o núcleos soportan las estructuras principales y los demás elementos constructivos tienen muy poca pérdida o reducidos daños en su estructura. Este control de desplazamiento admite que esta técnica constructiva intervenga como un refuerzo estructural; es decir ejecutaron un concepto estructural desde la antigüedad y que se creía moderno, utilizando una técnica constructiva con materiales locales y naturales.

En esta técnica constructiva sismorresistente, aplica la disipación de la energía y aislamiento sísmico. Ya que consume una gran energía al trasladar grandes pesos de piedra, donde la energía sísmica es transformada en energía cinética, producto del movimiento al interior y controlado de las piedras embolsadas en las shicras por lo que resulta disipando parte de la energía sísmica y minimizando los daños.

El altiplano andino, es un territorio agreste y con condiciones ambientales muy especiales debido a sus condiciones climáticas extremas, bajas temperaturas, altitud, suelos muy poco productivos, entre otros.

Los primeros pobladores de estas zonas, a consecuencia de tener una agricultura sostenible hacia su sociedad en concordancia con su contexto, han tenido en cuenta la adecuación y mantenibilidad del paisaje circundante; desarrollaron diversas soluciones tecnológicas a fin de elevar su producción agrícola de manera constante, en ello también, intervinieron en atenuar los efectos del clima, en el mejoramiento de los suelos, en el uso racional del agua, entre otros beneficios.

Los camellones, también llamados Waru Waru en quechua, que significa caída, borde o desnivel, o 'suka collos'

en aymara (surcos elevados), conocidos igualmente como campos elevados. Son tecnologías desarrolladas anteriores al periodo inca aproximadamente el 300 a.c., aplicados en la producción de alimentos, de uso en el altiplano andino, sobre todo en zonas inundables; estas tecnologías agrícolas implican manejos de suelo y agua en concordancia con su medio.

Los agroecosistemas de “waru waru” que, en su proceso de construcción agrícola, en la que se modifica el relieve del terreno formando plataformas o terraplenes elevados (camas), respecto al nivel original del suelo, en cuya superficie se efectúa la acción del sembrado, rodeado por canales que contienen agua *“lo cual se logra la interacción de los elementos suelo - agua - clima - planta - hombre”* (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2018, p.77). Elementos en los que van a ser parte de este sistema en su interrelación.

Las plataformas o terraplenes cuyas dimensiones oscilaban entre 4 a 6 metros de ancho y entre 10 a 100 metros de largo, con alturas de 0.25 a 2 metros, el canal que circunda al camellón tiene dimensiones semejantes inundado de agua, lo cual genera un efecto de microclima favorable para el cultivo, pues mitiga las consecuencias de las heladas, logrando una mayor humedad ambiental y temperaturas adecuadas en su entorno, mediante la acción de absorber el calor del sol durante el día e irradiarlo durante la noche esto es logrado mediante la orientación de las plataformas de Norte sur a fin de captar la mayor cantidad de energía. *“Los efectos del calentamiento del agua en los canales parece ser el factor más importante. Este por lo general, tuvo una temperatura superior a los 5°C con respecto a la temperatura registrada en la cima de los camellones”*. (Erickson, 1986, p. 344)

Los canales son propicios en la captación de sedimentos orgánicos, productos vegetales, que son ricos en nutrientes y han de servir como fertilizante para el cultivo, a la vez producto del proceso desaliniza el suelo.

El proceso de cultivo es realizado en la parte superficial del waru waru, cuyos productos son de adaptabilidad a las condiciones y limitaciones medioambientales, tubérculos como la papa, la oca (*Oxalis tuberosa*) y granos como la quinua (*Chenopodium quinua*) y la cañihua (*Chenopodium pallidicaule*). (Lhomme & Vacher 2003), entre otros cultivos propios de la zona.

El agua en los canales es captada y alimentada, como producto de efectos fluviales, pluviales, lacustres, napas freáticas y mixtos. El control de estas incluye, un sistema de compuertas (entradas y salidas de agua) y drenajes, manteniendo un nivel adecuado y un controlado sistema de fluidez de esta, favoreciendo a su vez aparte del

sistema agrícola mediante un amortiguador térmico del sistema y un hábitad adecuado de la vida silvestre.

En el sistema de waru waru, los tratados importantes en campo tecnológico tienen que ver con la producción, ampliación y mejoramiento de los procesos y productos de cultivo, el control de niveles del agua que involucra acceso, mantenibilidad y salida de esta, aplicando drenajes e incluso infiltración lateral de los suelos manteniendo una humedad constante en el proceso, siendo favorecidas en temporadas de sequía, el sistema de captación en zonas bajas es lacustre y en zonas alejadas por lo general pluviales, fluviales o de napa freática. **“La tecnología también favorece el mejoramiento de la calidad de los suelos, al incrementar el rendimiento agrícola en la zona del altiplano”**. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2018, p.77)

Otro proceso de suma importancia es el efecto micro climático, bajo un efecto termorregulador que ocurre al interior y alrededor del sistema mejorando el sistema productivo. La lixiviación de las sales que son precipitadas y posteriormente eliminadas en los canales de drenaje, la creación de un compost natural con los elementos orgánicos caídos en sus aguas como elementos fertilizantes del sistema, como funciones complementarias indicaremos creación de un hábitad de vida silvestre que favorece la caza, la pesca el control, de plagas y procesos de recolección secundarios.

Herrera (2013), refiere que los camellones son **“progresivamente dejados de lado conforme las sociedades dejan el cultivo para el autoconsumo por el cultivo para el abastecimiento a algún mercado, siendo así reemplazadas unas técnicas de producción agraria por otras que permiten trabajar la tierra rápidamente y con menos inversión de mano de obra”**. (p.10)

Ante ese hecho, el abandono de la técnica agrícola de los waru waru, trae consecuencias hacia la modificación del paisaje antipánico, así como cambio de costumbres y técnicas de cultivo a pesar de favorecer la producción y ser eco sustentables.

Desarrolladas y entendidas algunas soluciones que emplearon nuestros antepasados en congruencia con su entorno y medio ambiente, logrando un conocimiento científico, tecnológico propio en base a su practicidad y desarrollo por lo que el presente trabajo pretende, reconocer y revalorar estas soluciones tecnológicas a fin de poder ser aplicados en tiempos actuales.

En el área amazónica, su ocupación por grupos humanos fue dada de las siguientes maneras por pueblos nómadas básicamente dedicados a la caza y recolección de

especies y de pueblos sedentarios viviendo de la pesca y cultivo en áreas de la várzea que forman los grandes ríos y sus afluentes, estas zonas son de alta fertilidad en suelos inundables, teniendo en consideración, que los suelos de tierra firme, presentan una pobreza en la producción agrícola. (Gainette, 2016) refiere que, las zonas de varzeas se consideran como áreas de alto riesgo debido a la súbita crecida de ríos (llamado comúnmente repiquetes), que imposibilitan una producción anual constante, la que representa el 3% de la cuenca amazónica la que es considerada como zona potencial agrícola, así también de una variada gama de obtención de proteína animal (tanto en peces, tortugas, fauna silvestre entre otros) constituyendo una unidad ecológica innegable sustentable y sostenible.

Según Rodríguez (1990), **“las tierras aluviales inundables o de “várzea”, se encuentran principalmente localizadas en la selva baja, en ambos márgenes de los ríos de “agua blanca”, como el Amazonas, y sectores bajos de los ríos Ucayali, Marañón, Huallaga y Napo”**. (p.13)

Los elementos de importancia en este mega sistema de diversidad agroecológica son los tipos de tierra con que se cuenta hacia la predisposición de una producción agrícola en la que aparecen y desaparecen en toda la longitud ribereña, debido a los cambios tanto de causas como volumen e intensidad de agua y todo material en suspensión que traen estos ríos desde la cordillera donde se originan expuestos constantemente a nuevas cargas y contribuciones de material de aportación.

En las que encontramos áreas de playas, barriales, restingas, bajiales, teniendo cada uno de ellos con características propias y diferenciadas entre ellas, pero en general son depósitos de sedimentación con diferentes tipos de suelos de gran fertilidad, siendo esta no uniforme, pues es distinta según el origen, caudal y transitividad del río.

Desde la antigüedad la producción agrícola era para autoconsumo, así como de intercambio, pues la producción del excedente alimentario, es logrado el comercio intertribal de productos primarios provenientes de los pequeños agricultores asentados en áreas de inundación y sedimentación. **“La verzea de los siglos XVI y XVII era un universo bien atendido: los amerindios habían sabido sacar partido de sus potencialidades relacionadas con el ciclo anual del agua”**. (Grenand & Bahr, 1994, p.292).

Siendo su producción fundamentalmente, Maní, Maíz, Fríjol, Verduras, Frutales, Caña de azúcar, yuca entre otros, que son la base de la gastronomía amazónica, desarrollando un modelo agro-económico basado en la producción a nivel familiar de índole tribal.

Geainett (2016), la conquista de parte del hombre blanco fue acelerada por el extenso sistema fluvial amazónico que condicionó la penetración y fijación de la “nueva civilización”, así como por el exterminio de las sociedades indígenas de la várzea. Ya desde el siglo XVII y principios del XIX, gran cantidad de estas áreas productivas agrícolas de várzea fueron abandonadas producto de nuevas actividades económicas productivas y de comercio de sus pobladores, pasando a otras actividades sobre todo de depredación en este medio natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue desarrollada bajo un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo y métodos, analítico deductivo, etnográfico, tecnológico. En aplicación del método de investigación etnográfico, tecnológico. Respecto al método aplicado en este trabajo nos referimos a *“la etnografía es considerada una rama de la antropología que se dedica a la observación y descripción de los diferentes aspectos de una cultura, comunidad o pueblo”*. (Peralta, 2009, p.37) y de desarrollo tecnológico, en referencia a una investigación aplicada no experimental en un estudio transdisciplinar de aspectos tecnológicos.

Buscando identificar, describir y analizar en primera instancia algunas Soluciones tecnológicas que emplearon nuestros antepasados en concordancia con su medio, para luego en un segundo momento identificar que tanto se conoce acerca de estas soluciones tecnológicas en la actualidad a fin de reconocerlas y revalorarlas. En este proceso se empleó como instrumento el cuestionario de respuestas dicotómicas aplicadas en la muestra, generado en una modalidad vía virtual, así como una entrevista semi estructura a algunos integrantes de la comunidad a fin de identificar si se siguen usando estas soluciones en tiempos actuales.

El estudio se da en un segundo momento con estudiantes, docentes y egresados del nivel universitario, tanto en una universidad nacional como en una particular que en su formación profesional desarrollar el área tecnológica o de ingeniería, teniendo una muestra no probabilística compuesta por 100 personas.

La recopilación de información en esta segunda fase fue vía cuestionario con 25 reactivos aplicadas a las cinco dimensiones, soluciones tecnológicas minero metalúrgicas, soluciones tecnológicas en el manejo del agua, soluciones tecnológicas sismo resistentes infraestructurales, soluciones tecnológicas manejo del suelo y del agua, agricultura en suelos de la Várzea amazónica. Cuya validez y confiabilidad se dio mediante juicio de expertos y la aplicación de la prueba de coeficiente de alfa de Cronbach, resultando este ($\alpha = 0.875$) muy alta, por lo que su aplicación corresponde a la muestra respectiva siendo su aplicación mediante la modalidad virtual según el Google Forms.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las respuestas brindadas por los conformantes de la muestra respecto al conocimiento de las soluciones tecnológicas ancestrales podemos indicar en forma descriptiva.

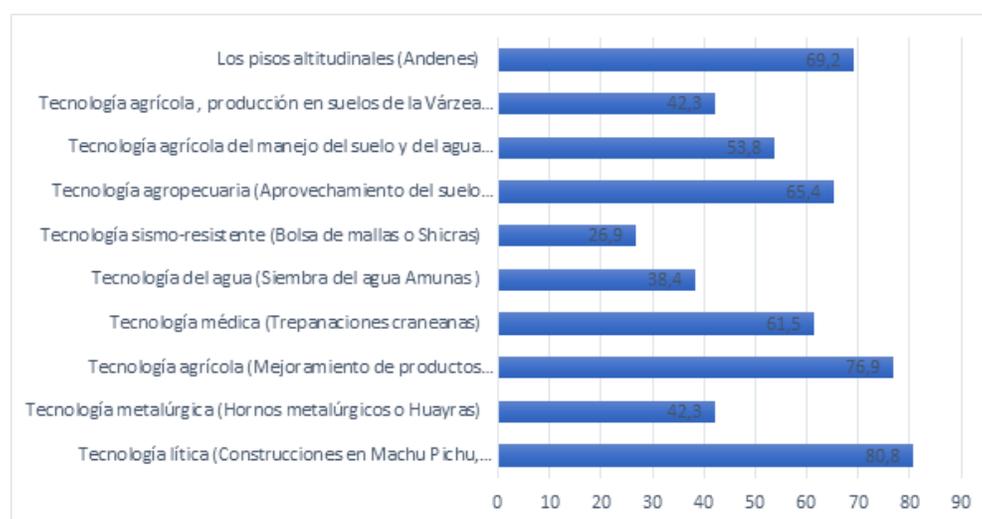


Figura 1. Tipos de soluciones tecnología ancestrales.

El 80.8 % de los encuestados (Figura 1) manifiestan que tienen conocimiento de la tecnología lítica que emplearon nuestros antepasados, el 76.9% indican que tienen conocimiento de la tecnología agrícola respecto a su mejoramiento de productos, mientras que solo un 42.3% manifiesta conocer acerca de la tecnología metalúrgica que emplearon nuestros antepasados mediante los hornos huayras, un 38.4% conocen la tecnología acerca de la siembra del agua o amunas así también de la producción en suelos de la Várzea amazónica, y un 26.9% conocen acerca de las tecnologías sísmo resistentes empleadas en sus construcciones mediante las shicras (Tabla 1).

Tabla 1. Lugar de práctica.

DONDE SE PRÁCTICO	UBICACIÓN	%
La Siembra del agua o Amunas	Serranías de Lima	23
El manejo del suelo y del agua o Waru Waru	Altiplano andino	26
Las Tecnología sísmo resistentes mediante bolsa de mallas o shicras	Costa central y norcentral	18
La tecnología metalúrgica mediante hornos de fundición o huayras	Alturas de Apurímac Sierra sur	20
Agricultura en suelos de la Várzea amazónica.	Amazonia	90

Respecto al conocimiento de la ubicación donde se practicó cada una de estas soluciones tecnológicas ancestrales, los encuestados refirieron la ubicación en un 23% respecto a la siembra del agua en las serranías de Lima, en un 26% en referencia a la técnica manejo del suelo y del agua o Waru Waru, en el altiplano andino, en un 18% respecto a las tecnologías sísmo resistentes mediante bolsa de mallas o shicras, en la costa central y norcentral y en un 20% la tecnología metalúrgica mediante hornos de fundición o huayras en las alturas de Apurímac sierra sur de la cordillera y con un 90% refieren a la Agricultura en suelos de la Várzea amazónica en la amazonia.



Figura 2. Uso de técnica siembra del agua o Amuna.

Respecto al conocimiento de la siembra del agua (Figura 2) los encuestados respondieron afirmativamente en un 94% respecto a que aprovecha el agua de lluvia con ayuda de canales andinos o amunas, así también, con un 77% respecto a que se infiltra el agua en el subsuelo para luego florecer en otros sitios, con un 70% refieren que se aplica en la actualidad. En un 89% es utilizada en la agricultura, un 62% es utilizada para consumo humano, el 77% sirven para recarga hídrica de los ríos, el 85% manifiesta que deben reconstituirse considerando los conocimientos ancestrales.

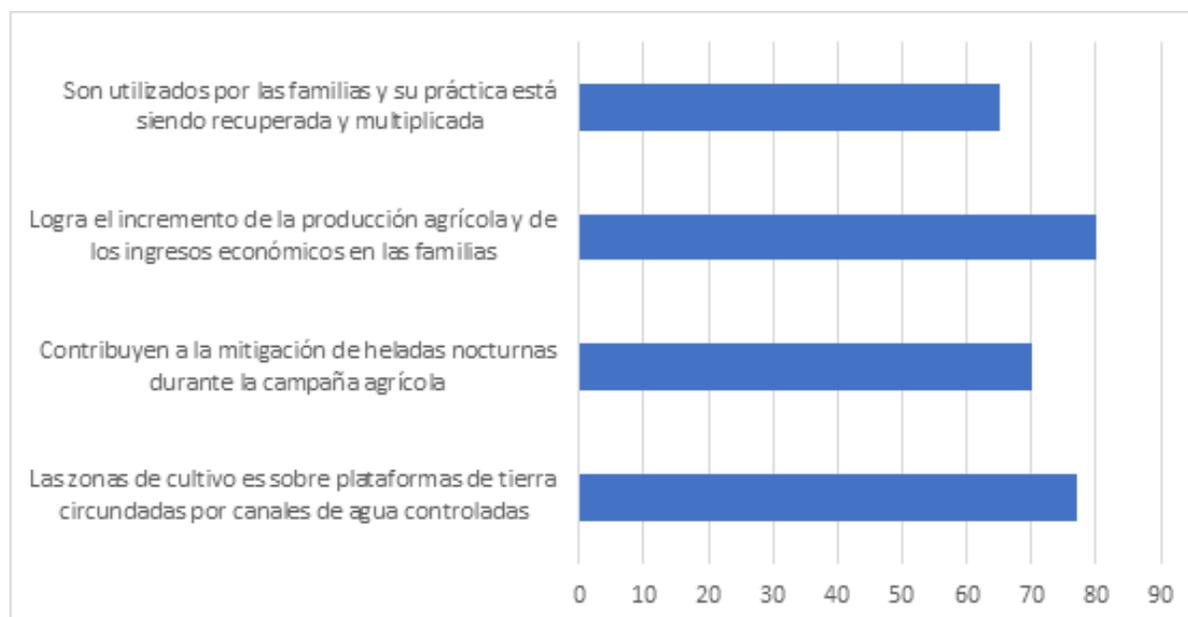


Figura 3. Uso de técnica de camellones o Waru Waru.

El conocimiento que se tiene de los camellones (Figura 3) o waru waru como solución tecnológica ancestral respondida afirmativamente es el siguiente, en un 77% respecto a que son zonas de cultivo sobre plataformas de tierra circundadas por canales de agua controladas, con un 70% refieren que contribuyen con la contribuyen a la mitigación de heladas nocturnas con un 80% Logra el incremento de la producción agrícola y de los ingresos económicos en las familias en un 65% indican son utilizados por las familias y su práctica está siendo recuperada y multiplicada

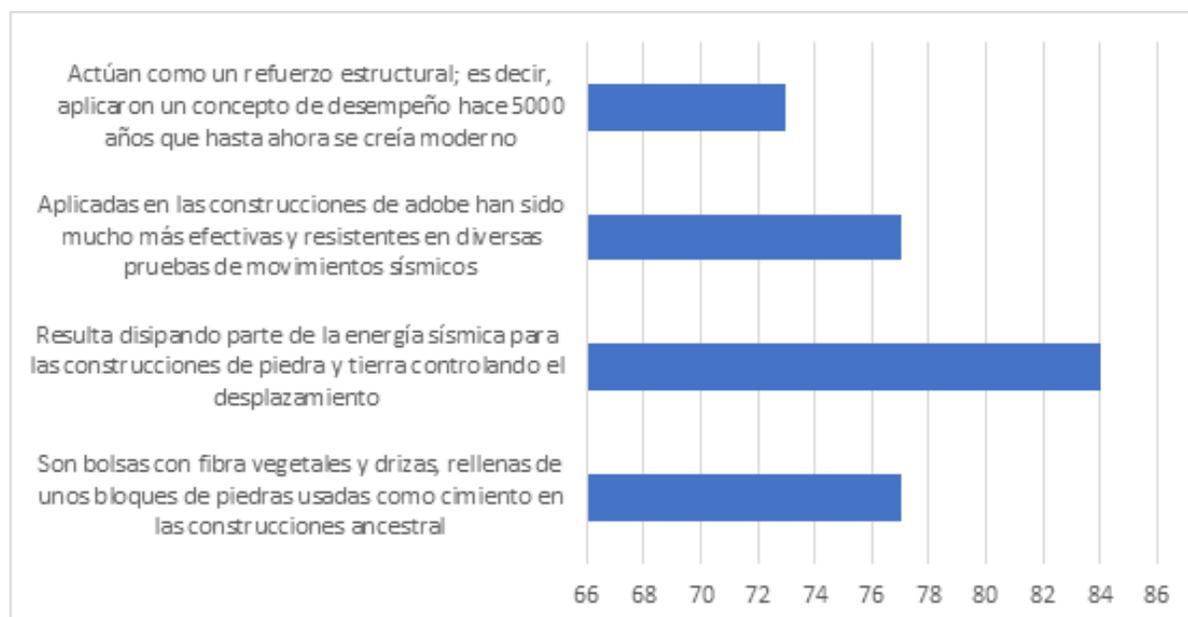


Figura 4. Uso de técnica sísmo resistente, Bolsas Shicras.

Respecto a la técnica sísmo resistente, Bolsas Shicras, (Figura 4) los encuestados manifiestan afirmativamente en un 77% respecto a que constan de bolsas de fibra vegetales y drizas, rellenas de unos bloques de piedras usadas como cimiento en las construcciones ancestrales, con un 84% indican que disipa parte de la energía sísmica para las construcciones de piedra y tierra controlando el desplazamiento, en un 77% refieren que aplicadas en las construcciones

de adobe han sido mucho más efectivas y resistentes en diversas pruebas de movimientos sísmicos y con un 73% actúan como un refuerzo estructural; es decir, aplicaron un concepto de desempeño hace 5000 años que hasta ahora se creía moderno.

De la entrevista realizada al comunero 1 respecto a la siembra del agua, manifiesta que esta se realiza en las alturas de San Pedro de Casta, que es tradición y la comunidad participa en ello, bajo el saber de los más antiguos, pues logra captar el agua de lluvia, llevada al canal amunero que se le mantiene anualmente, En este canal amunero, se introduce el agua captada en el Apu (cerro o montaña) , para luego florecer a las faldas del cerro o en lugares mucho más abajo en los llamados puquiales, que mantienen su caudal durante buena parte del año.

De la entrevista realizada al comunero 2 del centro poblado de Vicas zona perteneciente a las alturas de Huarochirí indico que el no conoce acerca de las amunas ni lo practica, pero su padre de avanzada edad alguna vez le comento que en tiempo de lluvia captan el agua y lo siembran en el cerro, y que para tiempos secos brote en determinadas zonas.

De la entrevista 3 realizada al profesor de historia y antropología de la universidad, ante las preguntas acerca de las siembras del agua, manifestó que en las alturas de Carampoma se realizaba esta y que tenía toda un componente de sincretismo y tradición que enlaza con la fiesta de la Champería, donde los comuneros y pobladores en determinada fecha, realizan la faena de limpieza y mantenimiento de estos canales ancestrales, a fin de tener el agua suficiente para el riego de sus campos de cultivo.

Evidencias arqueológicas metalúrgicas y escritos de diversos autores refieren la aplicación de procesos minero metalúrgicos con tecnología originaria de pueblos andinos prehispánicos hacia productos de la fusión de minerales, utilizando los medios naturales que tenían a su alrededor, es en ese sentido que el conocer como fue el desarrollo de estos procesos en hornos llamados huayras, son de importancia pues desarrollaron tecnologías propias hacia una solución tecnológica en su contexto, ello concuerda con los propuesto por Téreygeol & Cruz (2014), refiriéndose a la aplicación de este tipo de horno y su tipología autóctona de un sistema tecnológico y productivo originaria en la región andina basándose principalmente en la fuerza, intensidad y velocidad del viento, cuyo elemento es fundamental para el desarrollo del proceso metalúrgico, lo que predispone el flujo al interior del horno dando la posibilidad de la transformación del mineral en metal, teniendo en consideración la rusticidad y simpleza aparente de todo el proceso en la obtención del producto final,

las huayras tuvieron un considerable nivel de eficiencia y eficacia en la productividad para su tiempo con los recursos y medios empleados tanto en combustible de orden natural y la ubicación geográfica en el sitio encontrado. Hay que tener en consideración que esta tecnología en tiempos actuales no sería rentable, pues hay procesos actuales en esta área que son mucho más rápidos y de alta productividad.

La siembra y cosecha del agua o sistema de mamanteo como tecnología ancestral relaciona tecnologías prehispánicas de índole comunal, consistentes en la infiltración del agua de lluvia desde una correntera superficial mediante los canales amuneros y el almacenamiento en el subsuelo a fin de poder posteriormente recuperarla en el proceso de cosecha. Concordamos con los estudios de Ochoa, et al. (2019), quienes proponen que, en base a las tecnologías ancestrales de siembra del agua las que cuales ellos denominan tecnologías de recolección de agua basadas en la naturaleza, y proponen alternativas de uso de un mayor nivel ,pues la aplicación de este proceso no solo es en beneficio de para la agricultura local, para el consumo del líquido elemento, sino también para aliviar el estrés hídrico que sufre ciudades costeras mediante el incremento del volumen del agua hacia los ríos costeros“ por tanto, el proceso de siembra del agua podría ajustarse a acciones de ingeniería moderna, sin necesidad de trasvase de las cuencas que van en dirección al otro lado de la cordillera, es en ese sentido que esta tecnología ancestral puede ser aplicada en tiempos actuales, teniendo mayores beneficios que son necesarios estudiarse y sobre todo aplicarse.

Teniendo en consideración que el Perú está ubicado en una zona altamente sísmica y nuestros antepasados conocedores del medio y con aplicaciones que nos parecerían no muy técnicas, minimizaron las consecuencias de estos acontecimientos sísmicos en sus estructuras de importancia constructivas, aplicando la técnica de shicras rellenas con piedras en la base de construcciones importantes obteniendo un sistema constructivo sismorresistente que disipa parte de la energía sísmica, transformándola en una energía cinética que actúa controladamente al interior de la bolsa, obteniendo que sus construcciones no se vean afectadas en gran manera.

En ese sentido concordamos con las propuestas de Carranza (2019), en su exposición acerca “Edificaciones seguras y sostenibles” propuesta por el Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, hace referencia a la Adaptación del Sistema Sísmico de Caral para nuevas construcciones de piedra y tierra hacia una ciudad sostenible y segura en su aspecto constructivo y su reglamentación, y del proyecto entre el Ministerio de Vivienda y

Construcción y la Pontificia Universidad Católica del Perú en el año 2018, acerca de Sobrecimientos de Aislamiento Sísmico aplicado a procesos constructivos aplica el modelo de shicras a fin de lograr la disipación de energía y aislamiento sísmico en las construcciones, controlando el desplazamiento producto de la onda sísmica, logrando comprobar que con la aplicación esta técnica constructiva se obtiene viviendas seguras y de mayor resistencia a los procesos sísmicos a la que son expuestas. Por lo que refiere que, esta técnica constructiva milenaria sismo resistente se adelantó a sus tiempos, alcanzando con medios y elementos naturales de su contexto una tecnología propia aplicable en la actualidad.

Los sistemas de waru waru, son tecnologías las cuales implican el manejo de suelo y del agua en concordancia con su medio para el incrementar el rendimiento agrícola en la zona del altiplano, deriva su importancia pues produce una característica micro climática, bajo un efecto termorregulador que ocurre al interior y alrededor del sistema mejorando el sistema productivo y generando un micro sistema ecológico en beneficio habitad de vida silvestre y procesos recolectivos secundarios.

Concordamos con lo propuesto por Erickson (1986), respecto a que los waru warus son una alternativa excelente para el desarrollo de la planicie lacustre andina, en el proceso agrícola siendo principio de desarrollo socioeconómico hacia las comunidades campesinas, indicando que la pampa altiplánica no constituye una zona marginal para la agricultura. Así también, como lo indica Herrera (2013), que fomentar la productividad agrícola hacia un consumo local y de ampliar esta frontera, sería de mejor manera con la rehabilitación de los antiguos camellones o waru warus.

Las tierras cultivables de la várzea amazónica que fue una práctica sostenible de autoconsumo, así como de intercambio a nivel familiar que generaba una función económica de la agrobiodiversidad en los ambientes inestables de las zonas rivereñas de ríos amazónicos, en la que se considera el aumento de las zonas de cultivo en áreas inundables donde se tenían estrategias agrícolas de producto en base a la corriente del río y los compuestos que en suspensión son trasladados y depositados en sus orillas, formando terrenos con depósitos de sedimentación de mejor productividad que los de tierra firme. Concordamos lo indicado por Labarta, et al. (2007), respecto al cultivo de estas zonas en tiempos actuales, los cuales generan variados niveles de ganancias entre los agricultores ya que los cultivos sembrados en estos suelos son los mejores y más rentables, a pesar de la inestabilidad de estas zonas productos de las variaciones de caudal del río.

CONCLUSIONES

Efectivamente nuestros antepasados aplicaron diversas soluciones tecnológicas en concordancia con su medio, dentro de las que encontramos, para el aspecto minero metalúrgico, las Huayras; en el tratamiento y siembra del agua las Amunas; en la infraestructura, las tecnologías sismo resistentes usando las bolsas de mallas o Shicras; en el manejo del suelo y del agua, los camellones o Waru warus, la producción en la zonas inundables o ribereñas, de la Várzea amazónica, la mayoría de estas tecnologías tienen aplicación en tiempos actuales, las que serían rentables y de conveniencia en un sistema eco sostenible, solo el 22% de los encuestados tiene conocimiento de estas tecnologías por lo que es necesario enseñarlas desde la educación básica y llevar a cabo su implementación para el beneficio de la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano, A., & Bueno, A. (2011). El ayni y la minka: dos formas colectivas de trabajo de las sociedades pre-Chavín. *Investigaciones sociales* 43 arqueología, 15 (27), 43-75.
- Bargalló, M. (1969). La "Guayra", horno de fundición del antiguo Perú-Estudio de las referencias de los cronistas. *Minería*, (91-92), 43-49.
- Brooks, W., & Vetter, L. (2012). Antigua fundición de plomo en el sitio inca de Curamba, departamento de Apurímac, Perú. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 41(2), 197-208.
- Carranza, L. (2019). Edificaciones seguras y sostenibles, Ministerio de vivienda construcción y saneamiento. <https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Exposiciones/2019/VII%20Seminario%20Nacional/Presentaciones%20VII%20Seminario%20Nacional%20CENEPRED/7.EXPO-EDIFICACIONES%20SEGURAS%20Y%20SOSTENIBLES.pdf>
- Erickson, C. (1986). Agricultura en los camellones en la cuenca del lago Titicaca: Aspectos técnicos y su futuro. En, C., De la Torre, y M. Burga (Eds.). *Andenes y camellones en el Perú Andino*. (pp. 331-350). Concytec.
- Gainett Prates, L. E. (2016). Adaptación humana y ocupación de los ambientes amazónicos por poblaciones indígenas precolombinas". *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 25 (1), 139-152.

- González, L. R. (2002). A sangre y fuego. Nuevos datos sobre la metalurgia Aguada. *Estudios Atacameños (En línea)*, (24), 21-37.
- Grenand, P., & Bahr, S. (1994) La agricultura de várzea y el campesinado de la amazonia central en Agricultures et paysanneries en Amérique Latine. Mutations et recompositions. Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération,
- Herrera, T. (2013). Camellones abandonados en Huata como expresión de las actuales características en la producción de alimentos en el altiplano. (Tesis de grado) Pontificia Universidad Católica del Perú
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2018). Inventario de tecnologías de manejo de agua para la agricultura familiar. IICA.
- Labarta, R., White, D., Leguía, E., r Guzmán, W., & Soto, J. (2007). La agricultura en la Amazonia rivereña del Rio Ucayali. ¿Una zona productiva pero poco rentable? *Acta amazónica*, 37(2), 177-186.
- Lhomme, J., & Vacher, J. (2003). La Mitigación de heladas en los camellones del altiplano andino, *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 32 (2) .
- Ochoa-Tocachi, B, Bardales, J, Antiporta, J., Pérez, K., Acosta, L., Mao, F., Zulkafli, Z., Gil-Ríos, J., Angulo, O., Grainger, S., Gammie, G., De Bièvre, B., & Buytaert, W. (2019). Contribuciones potenciales de la infraestructura de infiltración preincaica a la seguridad hídrica andina. *Nat Sustain*, 584–593.
- Olaechea, T. (1901). Apuntes sobre el Castillo y fundición de Curamba. *Anales de Construcción Civiles, Minas e Industrias del Perú*, 1(2), 1-21.
- Peralta, C. (2009). Etnografía y métodos etnográficos. Análisis. *Revista Colombiana de Humanidades*, (74), 33-52.
- Rodríguez, F. (1990) Los suelos de áreas inundables de la Amazonia Peruana: Potencial, limitaciones y estrategia para su investigación. *Folia amazónica IIAP*, 2.
- Salazar-Zoler, C. (2020). Minería y moneda en la época colonial temprana. En, C. Cintreras (Editor) *Compendio de la historia económica del Perú*. Tomo 2. (pp. 109-222). Banco de Reserva del Perú. Instituto de Estudios Peruanos.
- Seiner, L. (2017). *Historia de los sismos en el Perú. Catalogo. Siglos XV-XVII*. Primera edición. Universidad de Lima.
- Shimada, I., & Merkel, J. (1991). Copper-alloy metallurgy in ancient Perú. *Scientific American*, 80-86.
- Silgado, E. (1978). Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974). *Boletín del Instituto de Geología y Minería*, 3. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/251/2/C-003-Boletin-Historia_sismos_mas_notables_Peru.pdf
- Téreygeol, F., & Cruz, P. (2014). Metal del viento. Aproximación experimental para la comprensión del funcionamiento de las wayras andinas. *Estudios Atacameños Arqueología y Antropología Surandinas* (48), 39 – 54.
- Vetter, L., Petrick, S., Huaypar, Y., & Mac Kay, M. (2008). Los hornos metalúrgicos del sitio Inca de Curamba (Perú): estudio por DRX, espectroscopia Mössbauer y datación por métodos de luminiscencia. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 37(3), 451-475.